COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET Cie, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

EN DATE DU 13 JUILLET 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT-QUATRE-VINGT-NEUVIÈME.

JUILLET — DÉCEMBRE 1929.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS et Cie, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1929

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 1er JUILLET 1929.

PRÉSIDENCE DE M. LOUIS MANGIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que la prochaine séance publique annuelle aura lieu le 16 décembre.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Marées dynamiques d'un océan compris entre deux parallèles. Loi de profondeur quelconque en latitude et longitude.* Note de M. **Marcel Brillouin**.

1. Pour l'étude des mouvements périodiques d'un océan liquide homogène de profondeur quelconque, et pesant, prenons des axes qui tournent avec le globe solide autour de l'axe des z, fixe, d'une vitesse angulaire constante $\omega\left(\frac{2\pi}{\omega} = 1 \text{ jour sidéral}\right)$. Soient ϖ la distance à l'axe des z, α la longitude, z la distance à l'équateur, du point étudié, dont la distance à l'origine (centre de gravité) est $\sqrt{\varpi^2 + z^2}$. Soient u, v, w les composantes suivant les directions ϖ, α, z de la vitesse du liquide qui passe en ce point M à l'époque t; p sa pression, ρ sa densité (uniforme et constante).

Soient $\mathfrak{V}_g$ le potentiel des actions newtoniennes provenant du globe et $\mathfrak{V}^e$ celui des actions newtoniennes d'origine externe. Je pose

$$\mathfrak{V} = -\frac{p}{\rho} + \mathfrak{V}_g + \frac{\omega^2\varpi^2}{2} + \mathfrak{V}^e.$$

Les équations eulériennes des petits mouvements relatifs sont

$$\dot{u} - 2\omega v = \frac{\partial \mathfrak{T}}{\partial \varpi}, \qquad \dot{v} + 2\omega u = \frac{1}{\varpi}\frac{\partial \mathfrak{T}}{\partial \alpha}, \qquad \dot{w} = \frac{\partial \mathfrak{T}}{\partial z},$$

$$\frac{1}{\varpi}\frac{\partial}{\partial \varpi}(\varpi u) + \frac{1}{\varpi}\frac{\partial v}{\partial \alpha} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0.$$

2. Supposons satisfaites les équations d'équilibre ou de courants permanents, et considérons les petits mouvements de période $\frac{2\pi}{\theta}$. Désignons par les mêmes lettres les amplitudes, et supprimons partout le facteur $e^{i\theta t}$, les équations à intégrer sont

$$(1) \qquad i\theta u - 2\omega v = \mathfrak{T}'_{\varpi}, \qquad i\theta v + 2\omega u = \frac{1}{\varpi}\mathfrak{T}'_{\alpha}, \qquad i\theta w = \mathfrak{T}'_{z}$$

où $\mathfrak{T}$ satisfait à l'équation

$$(\mathrm{I}) \qquad \frac{1}{\varpi}\frac{\partial}{\partial \varpi}\left(\varpi \frac{\partial \mathfrak{T}}{\partial \varpi}\right) + \frac{1}{\varpi^2}\frac{\partial^2 \mathfrak{T}}{\partial \alpha^2} - \frac{4\omega^2 - \theta^2}{\theta^2}\frac{\partial^2 \mathfrak{T}}{\partial z^2} = 0.$$

Toutes les périodes imposées, lunaires ou solaires — même la plus courte d'entre elles, le demi-jour solaire — sont plus longues que le demi-jour sidéral. Le coefficient $4\omega^2 - \theta^2$ est toujours négatif — presque nul dans le dernier cas — pour toutes les marées imposées. L'équation est du type hyperbolique. Une fois $\mathfrak{T}$ connu, les trois vitesses sont déterminées.

3. Il y a une infinité de formes utilisables des intégrales de l'équation (I). Je vais en étudier une : Pour pouvoir satisfaire aux deux conditions, fond et surface libre, je prends $\left(\chi = \frac{\theta}{\sqrt{4\omega^2 - \theta^2}}\right)$

$$(\mathrm{II}) \qquad \mathfrak{T} = \sum_{k=0} e^{ik\alpha} \int_0^\infty e^{i\gamma\chi z}[\mathrm{F}_k(\gamma)\mathrm{J}_k(\gamma\varpi) + \mathrm{G}_k(\gamma)\mathrm{Y}_k(\gamma\varpi)]\,d\gamma.$$

γ est une variable d'intégration réelle; $\gamma\varpi$ est réel; $\mathrm{F}_k(\gamma)$, $\mathrm{G}_k(\gamma)$ sont deux fonctions complexes arbitraires de la variable réelle γ.

4. Cette expression de $\mathfrak{T}$ est valable dans toute la masse liquide homogène, quelle qu'en soit l'épaisseur, à l'exclusion du voisinage de l'axe des z le long duquel tous les Y_k deviennent infinis. Cette exclusion, qui n'est pas irrémédiable, comme je le montrerai ailleurs, n'a pas d'inconvénient grave pour le globe terrestre. Au Sud, le continent antarctique arrête l'océan à 1500 ou 2000^{km} de l'axe de rotation. Au Nord, la communication entre l'océan polaire et l'Atlantique n'est établie que sur $\frac{1}{6}$ de son pourtour au

plus, et les profondeurs en sont incomplètement connues; en outre, les champs de glace qui en couvrent la plus grande partie changent évidemment les conditions à la surface libre; il est donc tout à fait raisonnable de l'exclure de la théorie générale, et d'en réserver l'étude, quitte à examiner plus tard les réactions de l'une sur l'autre. J'adopte donc la forme (II), et j'exclus tout l'intérieur d'un cylindre de 2000km environ autour de l'axe des pôles, en établissant une barrière fictive du Groenland au Spitzberg.

5. *Fond.* — La vitesse normale au fond est nulle. Soit $h(\alpha, z)$ la profondeur de l'océan, au-dessous de la surface moyenne supposée sphérique de rayon R :

$$\varpi = \sqrt{[R - h(\alpha, z)]^2 - z^2}. \tag{2}$$

Pour écrire l'équation au fond, je forme d'abord les vitesses en portant l'expression (II) de $\mathfrak{X}$ dans les équations (1); je substitue la valeur (2) de ϖ dans les J, J', Y, Y'. Pour la terre il suffit d'écrire cette équation en conservant seulement les termes de l'ordre de $h : R$, et laissant de côté les termes du deuxième ordre; mais il ne faut pas oublier que h figure dans les J, Y, par ϖ. Un point du fond (peu ondulé) est défini sans ambiguïté par α et z. Je développe en série de Fourier suivant les longitudes α,

$$[h(\alpha, z) = h_0(z) + \ldots + e^{iq\alpha} h_q(z) \ldots],$$

et je groupe les termes ayant, par suite des multiplications, même $e^{iQ\alpha}$ en facteur, $(Q = k + q)$.

Sous le signe de sommation en Q et de quadrature en γ, j'ai ainsi les termes

$$e^{iQ\alpha} \sum_{k=0}^{Q} [F_k(\gamma) Z_{k,Q-k} + G_k(\gamma) \mathfrak{Z}_{k,Q-k}], \tag{3}$$

avec

$$\begin{aligned} Z_{k,Q-k} = e^{i\gamma\chi z} \Big\{ h_q \Big[& 2R\theta^2\gamma^2 J''_k + (\theta\gamma + 2\omega k\gamma + 2\omega q\gamma - i\gamma^2\sqrt{4\omega^2 - \theta^2}\, z) \\ & \times \frac{2\theta R}{\varpi_0} J'_k + 2qk\theta^2 \frac{R}{\varpi_0} J_k(\gamma\varpi_0) \Big] \\ & + \frac{\partial h_q}{\partial z} 2i\gamma\theta\sqrt{4\omega^2 - \theta^2}\, R J_k \Big\}. \end{aligned} \tag{4}$$

A cette expression qui dépend de h, il faut ajouter pour $k = Q$, $q = 0$, c'est-à-dire dans $Z_{Q,0}$, des termes indépendants de h, que j'appelle N_Q :

$$N_Q = e^{i\gamma\chi z} [-2\theta^2\gamma\varpi_0 J'_Q + (-4\omega\theta Q + 2i\gamma\theta\sqrt{4\omega^2 - \theta^2}.z) J_Q].$$

Les expressions $\mathfrak{Z}_{k,q}$, $\mathfrak{N}_Q$ sont construites avec les Y_k comme $Z_{k,q}$, N_Q avec les J_k. Dans toutes, on a $\varpi_0 = \sqrt{R^2 - z^2}$.

La condition relative au fond établit entre les F_k et les G_k une dépendance déterminée, de proche en proche, par les équations ($Q = 0$, $Q = 1$, ...)

$$\text{(III)} \qquad \int_0^\infty \sum_{k=0}^{k=Q} [F_k(\gamma)\, Z_{k,Q-k} + G_k(\gamma)\, \mathfrak{Z}_{k,Q-k}]\, d\gamma = 0.$$

6. *Surface libre océanique.* — La surface libre comprend toute l'étendue océanique à l'exclusion des continents et des calottes polaires. La composante verticale de la vitesse est égale à $i\theta\varepsilon e^{i\theta t}$, ce qu'exprime l'équation

$$\text{(IV)} \quad \sum_{Q=0}^{\infty} e^{iQ\alpha} \int_0^\infty d\gamma\, e^{i\gamma\chi z}[F_Q(\gamma)\, N_Q(\gamma, z) + G_Q(\gamma)\, \mathfrak{N}_Q(\gamma, z)] = -(4\omega^2 - \theta^2)\theta^2 \varepsilon.$$

Sur cette même étendue, à la surface $R + \varepsilon e^{i\theta t}$, la pression est nulle,

$$\text{(V)} \qquad \mathfrak{T} = \mathfrak{T}_g + \mathfrak{T}^c + \omega^2 R \varepsilon,$$

équation où $\mathfrak{T}^c$ est l'amplitude du potentiel perturbateur, $\mathfrak{T}$ la grandeur définie par l'équation (II) (§ 3), prise pour $\varpi = \sqrt{R^2 - z^2}$, et $\mathfrak{T}_g$ le potentiel d'attraction du bourrelet, à peu près sous l'une des formes étudiées dans une précédente Note, auquel correspond un soulèvement

$$\text{(VI)} \quad \varepsilon = \frac{1}{4\pi G \rho_{aq}} \frac{1}{R} \sum_{Q=0}^{\infty} e^{iQ\alpha} \int_0^\infty d\gamma\, [A_Q(\gamma)\, e^{\gamma z} M_Q(\gamma, z) + B_Q(\gamma)\, e^{-\gamma z} M_Q(\gamma, -z)]$$

avec

$$\text{(VI)} \qquad M_Q(\gamma, z) = (1 - 2\gamma z)\, J_Q(\gamma\varpi_0) - 2\gamma\varpi_0 J'_Q(\gamma\varpi_0).$$

A la surface des continents et des calottes polaires, pour achever la détermination des A_Q, B_Q, on doit mettre zéro à la place de ε au premier membre de l'équation précédente (VI).

7. Nous obtenons, pour déterminer les fonctions inconnues de γ, A_Q, B_Q réelles, F_Q, G_Q complexes, les équations suivantes indépendantes de α :

Calottes polaires et continents :

$$\text{(VII)} \qquad 0 = \int_0^\infty [A_Q(\gamma)\, e^{\gamma z} M_Q(\gamma, z) + B_Q(\gamma)\, e^{-\gamma z} M_Q(\gamma, -z)]\, d\gamma.$$

Océans :

$$\text{(VIII)} \quad \mathfrak{T}_Q^c(z, \varpi_0) = \int_0^\infty d\gamma \Big\{ e^{i\gamma\chi z}[F_Q J_Q(\gamma\varpi_0) + G_Q Y_Q(\gamma\varpi_0)] - A_Q e^{\gamma z}\Big(J_Q(\gamma\varpi_0) + \frac{\omega^2}{4\pi G\rho_{aq}} M_Q(\gamma, z)\Big) - B_Q e^{-\gamma z}\Big(J_Q(\gamma\varpi_0) + \frac{\omega^2}{4\pi G\rho_{aq}} M_Q(\gamma, -z)\Big)\Big\},$$

en posant

$$\mathfrak{T}^c = \sum_{Q=0}^{\infty} \mathfrak{T}_Q^c(z, \varpi)\, e^{iQ\alpha} \tag{7}$$

et

$$\text{(IX)} \quad 0 = \int_0^\infty d\gamma \Big\{ e^{i\Upsilon\chi z}[F_Q N_Q + G_Q \mathfrak{N}_Q] + \frac{4\omega^2 - \theta^2}{4\pi G \sigma_{aq}} \frac{\theta^2}{R} [A_Q e^{\Upsilon z} M_Q(\gamma, z) + B_Q e^{-\Upsilon z} M_Q(\gamma, -z)] \Big\}.$$

8. Il reste à bien définir les actions des rivages et à adapter les formules générales à la forme particulière de ceux-ci. Telles quelles, les formules conviennent pour un océan *limité par des parallèles, dont la profondeur suit une loi quelconque en latitude et en longitude*. Malgré leur apparence, les formules sont parfaitement maniables, et se prêtent à la détermination numérique complète des marées contraintes d'un tel océan. La vitesse verticale, évidemment très petite presque partout, n'a pas été supposée nulle *a priori;* elle peut devenir sensible dans quelques régions, probablement étroites.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les associations de nuages*. Note (1) de M. **P. Villard**.

J'ai récemment observé, dans d'excellentes conditions, un faux cirrus se formant visiblement suivant le mécanisme que des considérations *a priori* m'avaient précédemment fait admettre (2) (condensation, dans l'air extérieur froid, de la vapeur dégagée par un cumulus). Voici dans quelles circonstances le phénomène s'est produit :

Le 28 mai dernier, à Irun, à 7^h du soir (heure d'été), un gros cumulus, très proche, était coiffé par un nuage d'aspect entièrement différent, dont la surface très unie, un peu vaporeuse, et légèrement fibreuse par endroits sur le contour apparent, offrait avec celle du cumulus un contraste frappant. Presque certainement il s'agissait d'un cirrus. Ce nuage, ainsi que la partie supérieure du cumulus, se détachait avec une parfaite netteté sur le fond bleu vif d'une région entièrement libre du ciel.

Ce *cirrus adventif*, pour employer la dénomination que j'ai proposée

(1) Séance du 24 juin 1929.
(2) *Comptes rendus*, 188, 25 mars 1929, p. 890.

comme préférable à celle de *faux* cirrus, enveloppait entièrement le sommet du cumulus, auquel il paraissait adhérer étroitement, formant une sorte de turban à deux assises superposées, particulièrement développé du côté exposé au Soleil. Aucun vent relatif ne tendait à déformer cet ensemble, qu'un simple mouvement général de translation entraînait lentement vers le Nord.

Ce cirrus était en voie d'évaporation, et diminuait assez rapidement de volume. Bientôt les protubérances supérieures du cumulus émergèrent successivement, puis le sommet entier se dégagea, paraissant aussi indépendant qu'une masse solide de la nébulosité qui flottait à son contact sans pénétration ni mélange qui eussent altéré la netteté de sa surface.

En peu de minutes le cirrus disparut presque totalement, laissant le soleil, encore très haut, chauffer librement le cumulus. Pensant qu'en raison de la faible capacité calorifique des quelques grammes d'eau contenus par mètre cube dans un nuage l'évaporation serait rapidement activée, et que la vapeur, devenue plus abondante, donnerait lieu à une nouvelle condensation dans l'atmosphère froide où elle s'élèverait naturellement, j'ai continué à observer le nuage.

Les choses se passèrent ainsi que je l'avais prévu : au bout de peu d'instants, le cumulus sembla *fumer*; un nouveau cirrus adventif se forma, peu différent de celui qui s'était dissipé, et ne tarda pas à envelopper de même complètement la partie supérieure du cumulus. A partir de ce moment, et sans doute parce que les rayons solaires, maintenant arrêtés, ne pouvaient plus provoquer une vaporisation suffisamment rapide pour alimenter le cirrus, celui-ci commença à décroître de la même manière que celui qui l'avait précédé. Comme d'autres nuages s'avançaient, je ne crus pas devoir prolonger davantage l'observation ; elle avait duré une demi-heure environ.

Rappelons. à ce sujet, deux explications que l'on peut trouver dans des Traités de Météorologie, et qui paraissent difficiles à admettre :

1° On suppose que, si le nuage s'élève très haut, les gouttelettes d'eau ne pourront plus rester en surfusion, et qu'en passant à l'état de glace elles produiront les filaments du faux cirrus.

Il y aurait ainsi simplement congélation du sommet même du cumulus, et l'on comprend mal qu'il en puisse résulter un nuage *extérieur*, ou même un changement dans la forme du cumulus, cette forme étant la conséquence du mouvement ascensionnel normal.

L'observation que je rapporte plus haut montre d'ailleurs qu'une élévation de la température du nuage, provoquée par les rayons solaires. est au contraire très favorable à la formation du cirrus.

2° On admet encore que des gouttelettes, déjà froides, pourraient, à la faveur d'un courant ascendant, pénétrer dans une couche d'air sec où elles subiraient une évaporation assez rapide pour amener leur congélation.

Or ces gouttelettes font partie intégrante, au même titre que les molécules d'air, du mélange constituant le cumulus. Pas plus que ces dernières, moins même parce que moins mobiles, les gouttelettes d'eau ne peuvent se séparer de l'air saturé qui les soutient et aller se vaporiser à une notable distance au dehors. Toute ascension du mélange dont elles sont solidaires donnera seulement lieu à la formation normale d'une protubérance; il n'y aurait exception que pour de très improbables courants ascendants presque filiformes.

Il en est tout autrement de la vapeur inévitablement dégagée par la surface du cumulus, et qui, s'élevant en vertu de sa faible densité, peut aller se condenser dans l'air froid.

Je saisis cette occasion pour ajouter quelques mots à ce que j'ai écrit, dans la Note précitée, au sujet des Stratus, et dont l'insuffisante clarté peut laisser supposer que j'ai considéré *tous* les stratus comme dérivant des cumulus par étalement consécutif à la cessation des mouvements ascensionnels.

J'ai simplement voulu n'envisager que la très nombreuse catégorie pour laquelle on peut suivre toutes les phases de la transformation d'un nuage en un nuage de forme différente, si bien que l'interprétation des faits, réduite pour ainsi dire à leur description, devient à peu près évidente. Quelques hypothèses seraient, au contraire, nécessaires pour expliquer les condensations que l'on voit donner naissance à des stratus souvent très étendus, ne paraissant différer des cumulus que par la forme, et présentant même parfois de légères protubérances ou de petites volutes marginales.

ZOOLOGIE. — *Sur les caractères sexuels secondaires des Limules.* Note de M. **Ch. Gravier.**

La révision de la collection des Limules du Muséum national d'histoire naturelle m'a permis de faire quelques observations concernant les caractères sexuels secondaires chez ces animaux déjà représentés au Silurien, réduits maintenant à quelques espèces localisées sur la côte atlantique de l'Amérique du Nord et en divers points de la région indopacifique.

I. Ainsi que R. I. Pocock (1902) l'a fait remarquer, chez le genre *Carcinoscorpius* Pocock, les deux sexes se ressemblent beaucoup. Les appendices céphalothoraciques sont de même forme chez le mâle et chez la femelle. Des six épines articulées dont sont armés, de chaque côté, les bords latéraux de la carapace postérieure, la seconde et la troisième sont les plus longues; les trois dernières décroissent de taille graduellement chez le mâle, brusquement chez la femelle. La différence est assez faible et n'est peut-être pas toujours facile à discerner.

Un caractère distinctif net apparaît chez le genre *Xiphosura* Gronovius (= *Limulus* O. F. Müller) : le second appendice céphalothoracique du mâle adulte est terminé, non par une pince didactyle, comme les autres appendices, mais par une griffe qui paraît servir d'instrument de contention à l'époque de la reproduction. Rien ne différencie l'un des sexes par rapport à l'autre dans l'armature d'épines articulées de la carapace postérieure.

Chez le genre *Tachypleus* Leach Pocock amend., les différences s'accentuent. Le second et le troisième appendice du mâle sont armés chacun d'une griffe qui n'existe qu'au second appendice dans le genre précédent. De plus, les bords latéraux de la carapace postérieure sont munis de six épines longues chez le mâle; de trois antérieures longues et de trois postérieures très courtes chez la femelle.

De plus, chez une espèce du genre, *Tachypleus tridentatus* (Leach), le bord antérieur de la carapace du mâle adulte s'échancre assez profondément sur une grande longueur. Ce trait est tellement particulier qu'un fragment de la carapace comprenant l'un des bords extrêmes de l'échancrure suffirait à caractériser un mâle de *Tachypleus tridentatus* (Leach).

Comme on le voit, le dimorphisme sexuel, chez les Limules, est très inégalement marqué suivant les espèces considérées et va en croissant du *Carcinoscorpius rotundicauda* (Latr.) au *Tachypleus tridentatus* (Leach).

II. Ainsi, chez le *Tachypleus tridentatus* (Leach), le mâle, à maturité sexuelle, se distingue de la femelle par les trois caractères suivants :

1° Par l'armature des bords latéraux de la carapace postérieure;

2° Par la forme des extrémités distales de la seconde et de la troisième paire d'appendices céphalothoraciques;

3° Par l'échancrure du bord antérieur de la carapace.

Ces caractères n'apparaissent pas en même temps. Ceux qui se montrent les premiers affectent les bords latéraux de la carapace postérieure et les appendices céphalothoraciques de la seconde et de la troisième paire. Il m'est impossible, avec les documents dont j'ai pu disposer — tant au Muséum national d'histoire naturelle de Paris qu'au British Museum for natural History de Londres, où la collection des Limules fut obligeamment mise à ma disposition — de dire ceux qui se manifestent les premiers. Tout ce que je puis affirmer, c'est que chez les exemplaires jeunes (dont la carapace a une dizaine de centimètres de largeur) que j'ai pu étudier, les appendices céphalothoraciques des cinq premières paires sont munis chacun d'une pince didactyle et les six épines articulées de chacun des bords latéraux de la carapace postérieure sont égales ou subégales. Je n'ai

pu examiner aucun exemplaire ayant une carapace antérieure de largeur comprise entre 10 et 16cm. C'est dans ces tailles intermédiaires qu'apparaissent vraisemblablement les deux premiers caractères indiqués ci-dessus.

Mais ce qui est hors de doute, c'est que ces deux caractères sont déjà bien accusés, avant qu'il n'y ait encore aucune incisure au bord antérieur de la carapace du mâle. Ainsi deux exemplaires provenant de la région de Batavia, larges, l'un de 16, l'autre de 17cm, par conséquent, de taille assez voisine de celle de l'âge adulte, sont pourvus de leurs griffes caractéristiques à la seconde et à la troisième paire d'appendices céphalothoraciques et sont armés de leurs six longues épines de chaque côté de la carapace postérieure. Le bord de la carapace antérieure est demeuré entier jusque-là. Cependant, il semble bien que cette dernière transformation était imminente et devait se réaliser à l'une des plus prochaines mues. La zone amincie, de chaque côté de laquelle allait se produire l'échancrure, est nettement délimitée. Le fait constaté chez les deux mâles en question est important à noter au point de vue de l'évolution des caractères sexuels secondaires chez le mâle du *Tachypleus tridentatus* (Leach). Le caractère sexuel le plus apparent du mâle chez cette espèce ne se manifeste donc que tardivement, peut-être seulement à l'époque de la maturité complète des éléments mâles.

Il serait intéressant de suivre, au point de vue cytologique, le développement des éléments reproducteurs, au cours de ces transformations morphologiques chez le mâle.

III. Un exemplaire femelle recueilli en 1923, sur la côte de la Chine méridionale, non loin de Ning-Po, mesure 18cm de largeur dans sa carapace antérieure; un peu moins de 16cm de longueur. De par ses dimensions, l'animal peut être considéré comme parvenu à un âge assez voisin de celui de l'état adulte. Tous les appendices céphalothoraciques sont munis chacun d'une pince didactyle, mais les bords latéraux de la carapace postérieure sont armés de chaque côté de six épines longues et grêles, ce qui est l'apanage des mâles.

Or, chez les individus jeunes des deux sexes, ces six épines sont longues et également développées; cet état se maintient toute la vie chez le mâle, tandis que, chez la femelle, au cours des mues successives, les trois antérieures conservent leur caractère initial; les trois postérieures deviennent courtes, larges et terminées en pointe.

En ce qui concerne l'exemplaire femelle de la région Ning-Po qui a

conservé les six longues épines égales ou subégales sur les bords latéraux de la carapace postérieure, deux hypothèses se présentent : Y a-t-il, chez lui, persistance jusqu'à un stade très avancé du développement d'un caractère juvénile; ou bien, y a-t-il réellement coexistence, sur le même individu, de caractères les uns mâles, les autres femelles et, par conséquent, *gynandromorphisme?* Ce serait, à ma connaissance, le premier cas de gynandromorphisme signalé chez les Limules. Cette dernière hypothèse serait d'autant moins invraisemblable, que c'est chez les animaux qui présentent le dimorphisme sexuel le plus accusé, comme chez certains Insectes, que l'on observe le plus fréquemment de gynandromorphes.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *Variations du champ électrique terrestre à la Station du Sommet du puy de Dôme.* Note (¹) de MM. **E. Mathias** et **Ch. Jacquet.**

Parmi les travaux en cours effectués à la Station du Sommet du puy de Dôme figure l'enregistrement du potentiel atmosphérique. Les pavillons affectés à l'étude de l'électricité atmosphérique ont été édifiés au cours des années 1926 et 1927, grâce aux subsides accordés par l'Académie des Sciences sur les fonds de la Journée Pasteur, sur un plateau situé au sud-ouest de la Tour et de la maison d'habitation, en un lieu éloigné de tout relief du sol, de sorte que les surfaces de niveau peuvent être considérées comme horizontales. L'altitude de ce lieu est 1440^{m}.

Un collecteur au radium de 5^{cm} de diamètre est fixé au milieu d'un fil d'acier de 20^{m} de longueur, tendu parallèlement à $1^{m},91$ du sol entre deux systèmes isolants portés par des poteaux installés à l'intérieur de deux pavillons. Les plus grandes précautions ont été prises pour l'isolement en raison de la fréquence de la tourmente dans cette station.

Deux enregistreurs Benndorf sont réglés à des sensibilités différentes. Celles-ci correspondent à 8^{mm} et à 4^{mm} pour un champ de 100 volts par mètre. La mise à l'heure est faite tous les jours en même temps que la vérification du zéro; l'étalonnage est exécuté une fois par semaine à l'aide d'une batterie de piles Hellesens Enke et V. Ludwigsen.

Les résultats ci-après concernent la période d'été de 1928, pendant laquelle des mesures ont été faites sans interruption. Il est fait abstraction dans le calcul des champs négatifs, peu fréquents d'ailleurs.

(¹) Séance du 24 juin 1929.

Les valeurs moyennes obtenues sont, en volts par mètre :

Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.	Octobre.
150,6	161,4	155,9	164,7	143,4

Variation diurne. — Les valeurs moyennes obtenues pour les différentes heures de la journée sont, en volts par mètre :

1h.	2h.	3h.	4h.	5h.	6h.	7h.	8h.
133,1	138,8	131,8	133,0	136,4	129,0	151,2	151,0
9h.	10h.	11h.	12h.	13h.	14h.	15h.	16h.
167,6	167,0	167,6	172,7	169,7	172,9	167,5	183,8
17h.	18h.	19h.	20h.	21h.	22h.	23h.	24h.
174,6	152,9	169,5	168,0	152,8	144,1	147,9	140,0

Le champ est plus faible la nuit que le jour. Le minimum de nuit est environ 130 volts. Le maximum atteint 183,8 volts à 16h.

D'autre part, la variation diurne des journées *où il y a absence totale de brouillard* est donnée par le tableau suivant :

1h.	2h.	3h.	4h.	5h.	6h.	7h.	8h.
115,6	109,5	119,6	109,7	121,2	127,6	145,2	146,6
9h.	10h.	11h.	12h.	13h.	14h.	15h.	16h.
171,2	175,6	169,6	151,8	164,9	171,8	166,0	173,9
17h.	18h.	19h.	20h.	21h.	22h.	23h.	24h.
158,3	120,1	143,8	135,6	126,8	115,3	114,8	108,0

Le minimum de nuit (à 2h et 4h) est voisin de 110 volts. Un maximum de jour voisin de 10h (175,6 volts) est suivi d'un second maximum (173,9 volts) à 16h. Un minimum secondaire (151,8 volts) se produit à 12h.

Des observations régulières se poursuivent, depuis deux ans, à la Station de la Plaine, et les comparaisons établies avec celles de la Station de la Montagne permettent l'espoir d'obtenir, dans un avenir prochain, des résultats intéressants.

M. **Charles Richet** fait hommage aux Archives de l'Académie des Sciences, de la part de la marquise G. Lannes de Montebello, des lettres de *André-Marie Ampère*.

Quelques-unes de ces lettres ont été publiées, mais d'autres, assez nombreuses, sont inédites.

Ce sont d'ailleurs, en général, des lettres intimes plutôt que des documents scientifiques. Mais tout ce qui touche la vie d'A.-M. Ampère est intéressant.

En outre Mme de Montebello fait don des lettres et manuscrits de J.-J. Ampère, fils d'A.-M. Ampère, à la Bibliothèque de l'Institut.

Exception est faite cependant pour des lettres assez remarquables d'Adrien de Jussieu à J.-J. Ampère, lettres qui sont données par Mme de Montebello aux Archives de l'Académie des Sciences.

Je me suis permis de remercier, au nom de l'Académie, Mme de Montebello de ces précieuses donations.

ÉLECTIONS.

Par la majorité absolue des suffrages, MM. **H. Deslandres** et **H. Le Chatelier** sont désignés pour faire partie du *Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique*.

CORRESPONDANCE.

La **Société Astronomique de Pologne**, l'**Observatoire de Poznan** adressent des télégrammes de condoléance à l'occasion du décès de M. *H. Andoyer*.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les continus d'ordre borné*. Note de M. **A. Marchaud**, présentée par M. Hadamard.

Dans ses remarquables travaux sur la géométrie finie, M. C. Juel considère en particulier des courbes planes ayant un nombre borné de points sur une droite quelconque du plan. L'ordre d'une courbe est le maximum du nombre de ces points. Bien des propriétés des courbes algébriques de degré k appartiennent aux courbes d'ordre k, surtout pour les petites valeurs de l'ordre. On peut se demander ce qui resterait de ces propriétés si l'on raisonnait sur des courbes moins particulières que celles de M. C. Juel (elles sont fermées au sens projectif, et constituées par un nombre fini

d'arcs ayant une tangente partout), ou même tout simplement sur des continus, la seule hypothèse conservée étant celle relative à l'ordre.

I. Appelons *continu d'ordre borné* tout continu, situé dans un espace euclidien à n dimensions, rencontré en un nombre borné de points par toute multiplicité linéaire à $n-1$ dimensions; le maximum du nombre de ces points sera l'*ordre* du continu. On obtient le théorème général suivant :

1. *Tout continu d'ordre borné peut être décomposé en une infinité dénombrable d'arcs simples, deux quelconques d'entre eux ayant un nombre borné de points communs; de plus, deux points donnés du continu peuvent être joints, sur lui, par un arc simple. Tous ces arcs sont rectifiables et admettent en chaque point deux demi-tangentes opposées, sauf peut-être en une infinité dénombrable de points.*

Dans certains cas les résultats sont plus précis grâce à la notion de *point de ramification*. On appelle ainsi tout point O du continu, tel qu'on puisse trouver, sur ce dernier, plus de deux arcs simples n'ayant en commun deux à deux que le point O.

2. *Si un continu d'ordre borné a un nombre fini de points de ramification, il est la somme d'un nombre fini d'arcs simples, n'ayant en commun que des extrémités* (1).

Le nombre des points de ramification est nécessairement nul, ou fini, si l'ordre du continu égale, ou dépasse, de peu le nombre des dimensions. C'est ce qui a lieu pour les continus plans d'ordre 2 ou 3, et les continus gauches d'ordre 3 ou 4, dont voici les principales propriétés.

II. 3. *Un continu plan d'ordre 2 est une courbe de Jordan convexe, ouverte ou fermée.*

4. *Un continu plan d'ordre 3 est, ou bien un arc de Jordan ouvert, ayant au plus un point double, ou bien la somme de deux arcs simples ayant un seul point commun.*

5. *Tout arc plan d'ordre 3 est formé de 2, 3 ou 4 arcs convexes placés bout à bout.*

Ces deux dernières propositions permettent d'effectuer une classification des continus d'ordre 3, suivant le nombre et la disposition des arcs convexes qui les composent. Le n° 5 généralise un théorème de M. C. Juel : une courbe plane générale du troisième ordre a toujours trois inflexions (2). Il

(1) C'est un continu simple de S. Janiszewski (*Thèse*, Paris, 1911, p. 70).

(2) C. JUEL, *Indleding i Læven om de grafiske Kurver* (*Mém. de l'Ac. Roy. d. Sc. et d. Let. d. Danemark : Sect. d. Sc.*, 6e série, 10, I, 1899, p. 81).

en résulte que *si une courbe d'ordre 3 admet une tangente partout, celle-ci varie d'une manière continue*, puisque cette propriété appartient aux arcs convexes. Elle ne s'étend pas aux courbes planes d'ordre supérieur à 3.

III. 6. *Tout continu gauche d'ordre 3 est un arc simple ouvert; si les deux demi-tangentes en chacun de ses points ont même support, chacune d'elles varie d'une manière continue; l'arc possède alors en tout point un plan osculateur pour chaque côté, et l'ensemble des points pour lesquels ils sont distincts est au plus dénombrable; si, enfin, ce dernier ensemble ne contient aucun point, le plan osculateur unique varie continûment.* Le plan osculateur pour un côté est la limite commune du plan tangent passant par un point voisin ou parallèle à la tangente en un point voisin, ce point étant pris du côté considéré.

7. *Un continu gauche d'ordre 4 est, ou bien une courbe de Jordan ayant au plus un point double, ou bien la somme de deux arcs simples ayant un seul point commun.*

Un arc simple du quatrième ordre a au plus un rebroussement. Les arcs sans rebroussement possèdent les mêmes propriétés différentielles que ceux d'ordre 3, sauf peut-être en ce qui concerne la variation continue du plan osculateur. Je ne sais pas si le plan osculateur à une courbe gauche d'ordre 4 peut être partout unique sans varier d'une manière continue.

IV. Les résultats précédents sont susceptibles de nombreuses extensions. Dans le plan, par exemple, on peut remplacer les droites par certaines familles de courbes. Voici un énoncé obtenu en prenant des cercles :

Si un continu plan a 3 points au plus sur un cercle quelconque, c'est un arc simple ouvert, ayant en chaque point deux demi-tangentes opposées — qui varient d'une manière continue — et un centre de courbure pour chaque côté; l'ensemble des points pour lesquels ces centres de courbure sont distincts est au plus dénombrable; s'ils sont confondus partout, le centre de courbure unique varie continûment. Le centre de courbure pour un côté en un point M est la limite commune du centre du cercle tangent en M passant par M′ et de l'intersection des normales en M et M′ quand M′ tend vers M du côté considéré.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le problème fondamental du calcul intégral absolu.* Note [1] de M. **Z. Horák**.

Considérons une variété à n paramètres indépendants

$$x^\nu \quad (\lambda, \mu, \nu, \omega = 1, 2, \ldots, n)$$

dans laquelle on a défini une connexion linéaire, de sorte que les différentielles absolues (covariantes) des vecteurs v^ν, w_λ s'écrivent [2]

$$\mathrm{D}v^\nu = dv^\nu + \Gamma^\nu_{\lambda\mu} v^\lambda \, dx^\mu, \qquad \mathrm{D}w_\lambda = dw_\lambda - \Gamma^\nu_{\lambda\mu} w_\nu \, dx^\mu.$$

Étant donnée une ligne (K) sur laquelle les x^ν sont des fonctions continues d'une variable t ainsi que leurs dérivées du premier ordre, on peut se poser le problème de *déterminer un vecteur* V^ν, *en fonction de* t, *dont la différentielle absolue, correspondant à l'accroissement dt de la variable t, est égale au vecteur infiniment petit donné* $v^\nu \, dt$ *en chaque point de la ligne* (K). Notre problème se traduit par le système de n équations différentielles

$$\frac{d\mathrm{V}^\nu}{dt} + \Gamma^\nu_{\lambda\mu} \mathrm{V}^\lambda \frac{dx^\mu}{dt} = v^\nu,$$

dont l'intégrale générale, renfermant n constantes C^i ($i, j = 1, 2, \ldots, n$), est de la forme

$$(1) \qquad \mathrm{V}^\nu = \mathrm{K}^\nu_i \left(\int \mathrm{K}^i_\lambda v^\lambda \, dt + \mathrm{C}^i \right),$$

où les $\mathrm{K}^\nu_1, \ldots, \mathrm{K}^\nu_n$ représentent n systèmes particuliers d'intégrales des équations sans seconds membres

$$(2) \qquad d\mathrm{K}^\nu_i + \Gamma^\nu_{\lambda\mu} \mathrm{K}^\lambda_i \, dx^\mu = 0,$$

le déterminant $|\mathrm{K}^\nu_i|$ étant différent de zéro. Les quantités K^i_λ sont définies par les relations

$$(3) \qquad \mathrm{K}^\nu_i \mathrm{K}^j_\nu = \begin{cases} 1 & \text{si } i = j, \\ 0 & \text{si } i \neq j, \end{cases} \qquad \mathrm{K}^\nu_i \mathrm{K}^i_\lambda = \begin{cases} 1 & \text{si } \nu = \lambda, \\ 0 & \text{si } \nu \neq \lambda, \end{cases}$$

et satisfont donc au système adjoint au (2)

$$d\mathrm{K}^i_\lambda - \Gamma^\nu_{\lambda\mu} \mathrm{K}^i_\nu \, dx^\mu = 0,$$

---

[1] Séance du 24 juin 1929.

[2] Je supprime les signes de sommation.

d'où l'on tire pour le vecteur (1) l'expression

$$(4)\qquad V^\nu = \int v^\nu\,dt - K_i^\nu\left[\int K_\lambda^i \Gamma_{\omega\mu}^{\lambda}\left(\int v^\omega\,dt\right)dx^\mu + C^i\right].$$

L'opération invariante qui conduit du vecteur v^ν au vecteur V^ν présente une étroite analogie avec l'intégration ordinaire, et d'autre part l'expression (4) rappelle la différentielle absolue. Cela suggère d'introduire un symbole d'*intégration absolue le long d'une courbe* par l'équation

$$\rfloor\!\!\!\!\!\!\int v^\nu\,dt = K_i^\nu \int K_\lambda^i v^\lambda\,dt$$

et d'écrire la formule (1) sous la forme

$$V^\nu = \rfloor\!\!\!\!\!\!\int v^\nu\,dt + K^\nu,$$

en désignant par

$$K^\nu = C^i K_i^\nu$$

l'intégrale générale du système homogène. C'est un *vecteur constant* le long de la ligne (K) qui joue le rôle d'une constante arbitraire. Si l'on se donne les composantes $K^\nu(t_0)$ du vecteur K^ν en un point t_0 de la courbe (K), ses composantes en un point t quelconque de (K) sont

$$K^\nu(t) = K_i^\nu(t)\,K_\lambda^i(t_0)\,K^\lambda(t_0) \quad (^1).$$

De même le vecteur V^ν est complètement défini, si l'on connaît les valeurs de ses composantes en un point donné. Si nous exigeons, par exemple, que pour $t = t_0$ ce vecteur soit nul, il vient d'après (1)

$$C^i = -\left[\int K_\lambda^i v^\lambda\,dt\right]_{t=t_0},$$

et nous pouvons donc définir comme *intégrale absolue du vecteur* v^ν *prise le long de* (K) *entre les limites* t_0 *et* t le vecteur

$$(5)\qquad \rfloor\!\!\!\!\!\!\int_{t_0}^{t} v^\nu\,dt = K_i^\nu(t)\int_{t_0}^{t} K_\lambda^i v^\lambda\,dt.$$

Pour un vecteur covariant, on obtient une formule analogue que je n'écris pas.

Les quantités K_i et K_λ^i, constituant respectivement n vecteurs constants

(1) Cette équation définit le transport par équipollence le long de (K).

contravariants et covariants liés entre eux par les relations (3), définissent en chaque point de (K) un repère de telle manière que tous ces repères se confondent, si on les transporte par équipollence en un même point. Les composantes d'un vecteur constant K^ν sont dans tous ces repères les mêmes, égales aux C^i, et la formule (5) s'interprète comme suit : l'intégrale absolue d'un vecteur s'obtient en prenant les intégrales ordinaires de ses composantes relatives à un système de vecteurs constants et en revenant après l'intégration aux composantes primitives. On arrive à ce résultat d'une manière plus générale par la méthode de M. Cartan laquelle consiste à développer la courbe (K) sur l'espace linéaire tangent (1).

La connexion le long de (K) est complètement déterminée par les n vecteurs K^ν_i et l'on vérifie aisément la relation

$$D\rho^\nu = K^\nu_i\, d(K^i_\lambda \rho^\lambda).$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les directions de Borel des fonctions méromorphes.* Note de M. **Miécislas Biernacki**, présentée par M. Hadamard.

M. Borel a généralisé autrefois (2) le théorème de M. Picard de la manière suivante : « $f(z)$ étant une fonction méromorphe d'ordre ρ et $g(z)$ une fonction méromorphe d'ordre inférieur, l'exposant de convergence des racines des équations $f(z) - g(z) = 0$ est égal à ρ sauf pour deux fonctions $g(z)$ au plus. » M. Valiron a trouvé dans un Mémoire récent (3) un complément de cet énoncé analogue au complément du théorème primitif de M. Picard obtenu par M. Julia (4), toutefois, les fonctions $g(z)$ sont remplacées par des fractions rationnelles $R(z)$. On peut déduire des résultats de M. Valiron une proposition entièrement analogue à celle de M. Borel.

Théorème. — *$f(z)$ étant une fonction méromorphe d'ordre ρ, $g(z)$ une fonction méromorphe d'ordre inférieur et $\varepsilon > 0$ un nombre arbitrairement petit, il existe une suite des cercles $C_n(f)$ de centres z_n et de rayons*

$$\varepsilon(n) r_n \left[r_n = |z_n|, \quad \lim_{n \to \infty} \varepsilon(n) = 0 \right],$$

(1) Voir, par exemple, E. Cartan, *Leçons sur la géométrie des espaces de Riemann*, Paris 1928, Chap. IV, § 92.

(2) *Leçons sur les fonctions méromorphes*, Paris, Gauthier-Villars, 1903, p. 66.

(3) *Acta mathematica*, 52, 1929, p. 82, théorèmes IX et X.

(4) *Annales Éc. Norm.*, 3e série, 36, 1919, p. 107.

telle que toute équation $f(z) - g(z) = 0$ *possède plus de* $r_n^{\rho-\varepsilon}$ *racines dans le cercle* C_n *dès que* $n > n(\varepsilon, g)$, *sauf pour deux fonctions* $g(z)$ *au plus.* [*Si* $\rho = \infty$ *le nombre de zéros sera* $r_n^{m_n}$ *où* $\lim_{n \to \infty} m_n = \infty$, *la suite* $\{m_n\}$ *pouvant dépendre du choix de* $g(z)$.] *Il existe donc une « direction de Borel »* (¹) $\arg z = \varphi$ *telle que l'exposant de convergence des racines des équations* $f(z) - g(z) = 0$ *contenues dans l'angle* $|\arg z - \varphi| < \varepsilon$ *est égal à* ρ, *quel que soit* ε, *sauf pour deux fonctions* $g(z)$ *au plus* (²).

Supposons que ρ soit fini. D'après les théorèmes cités de M. Valiron, il existe une suite infinie de cercles $C_n(f)$ de centres $z_n \left(\lim_{n \to \infty} z_n = \infty\right)$ et de rayons $k_n \left(\lim_{n \to \infty} \frac{k_n}{r_n} = 0,\ k_n > 1\right)$ telle que $f(z)$ y prend une des valeurs 0, 1, ∞, la valeur ∞ par exemple, plus de $r_n^{\rho-\varepsilon}$ fois dès que $n > n_\varepsilon$. Supposons que les équations $f(z) - g_i(z) = 0$ $(i = 1, 2, 3)$ aient moins de r_n^{τ} racines dans les cercles C'_n concentriques aux C_n et de rayons $40 k_n$ et que

$$\tau < \eta < \sigma < \lambda < \rho;$$

posons

$$h(z) = \frac{g_2(z) - g_3(z)}{g_2(z) - g_1(z)} \quad \text{et} \quad \varphi(z) = h(z) \frac{f(z) - g_1(z)}{f(z) - g_3(z)}.$$

Entourons les points a_m qui sont les zéros et les pôles des g_i, $g_i - g_k$ et les zéros des $f - g_i$ $(i, k = 1, 2, 3)$, avec des cercles A_m de centres a_m et de rayons $|a_m|^{-\mu}$ et considérons les circonférences H_n :

$$|z - z_n| = b_n \qquad (k_n < b_n < 2 k_n),$$

ne rencontrant pas les A_m. Il résulte du théorème sur le minimum du module des fonctions entières et des théorèmes cités de M. Valiron qu'il existe sur H_n un point β_n où $\log|\varphi(z) - h(z)| > -|z|^\sigma$. Considérons les circonférences Γ_n : $|z - \beta_n| = d_n$ $(4 k_n < d_n < 5 k_n)$ qui ne rencontrent pas les A_m. On établit, en utilisant le théorème du minimum du module et des inégalités connues relatives à la fonction T de M. Nevanlinna (³), qu'il existe

---

(¹) G. Valiron, *loc. cit.*, p. 69.

(²) M. Williams a considéré comme probable un théorème analogue relatif aux directions de Julia des fonctions entières, il l'a établi en supposant que les $g(z)$ appartiennent à une classe particulière des fonctions entières d'ordre nul (*Rend. del Circ. Mat. di Palermo*, 52, 1928, p. 373-415). Les résultats de M. Williams sont plus précis que les nôtres en ce qui concerne les rayons des cercles C_n.

(³) Voir par exemple A. Bloch, *Mémorial des Sciences mathématiques*, fasc. 20, p. 13 et 28-30.

sur Γ_n un point γ_n où

$$\log|\varphi(z)| < r_n^\lambda, \qquad |\varphi(z) - h(z)| > 1, \qquad \log|\varphi'(z)| > -r_n^\sigma.$$

En appliquant une proposition de M. Valiron (1) aux fonctions $f(\gamma_n + z)$ et aux cercles $|z - \gamma_n| \leq e_n$ ($20 k_n < e_n < 30 k_n$) dont les périphéries ne rencontrent pas les A_m, on arrive à une contradiction. Si $\rho = \infty$, la démonstration est entièrement analogue.

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Solides par rapport auxquels un système matériel n'est soumis qu'à des forces intérieures.* Note de M. **Charles Platrier**, transmise par M. L. Lecornu.

M. Le Roux (2) a signalé l'intérêt qui s'attache aux solides par rapport auxquels un système matériel n'est soumis qu'à des forces intérieures.

Nous nous proposons de montrer que *tout trièdre* T *lié à un de ces solides n'est autre qu'un trièdre par rapport auquel l'énergie d'accélération du système matériel est constamment minimum.*

Repérons en effet le système d'éléments matériels de masse m et de coordonnées x, y, z par rapport à un trièdre quelconque Ox, Oy, Oz et soit T un des trièdres par rapport auquel l'énergie d'accélération S du système matériel donné est constamment minimum.

Désignons par ξ, η, ζ les projections sur les axes Ox, Oy, Oz de la vitesse du point O par rapport à T et par p, q, r les projections sur les mêmes axes de la rotation du trièdre Ox, Oy, Oz par rapport à T également.

Les coordonnées $V_x V_y V_z$ et $\Gamma_x \Gamma_y \Gamma_z$ respectives de la vitesse $\overline{V}$ et de l'accélération $\overline{\Gamma}$ de l'élément matériel x, y, z, par rapport au trièdre T, ont pour valeur

$$V_x = \frac{dx}{dt} + \xi + qz - ry, \qquad \Gamma_x = \frac{dV_x}{dt} + qV_z - rV_y,$$
$$V_y = \frac{dy}{dt} + \eta + rx - pz, \qquad \Gamma_y = \frac{dV_y}{dt} + rV_x - pV_z,$$
$$V_z = \frac{dz}{dt} + \zeta + py - qx, \qquad \Gamma_z = \frac{dV_z}{dt} + pV_y - qV_x.$$

---

(1) *Loc. cit.*, p. 71, théorème VI.

(2) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 228 et 1376.

d'où

$$T_x = \frac{d\xi}{dt} + \frac{dq}{dt}z - \frac{dr}{dt}y + \text{fonction indépendante de } \frac{d\xi}{dt}, \frac{d\eta}{dt}, \frac{d\zeta}{dt}, \frac{dp}{dt}, \frac{dq}{dt}, \frac{dr}{dt},$$

$$T_y = \frac{d\eta}{dt} + \frac{dr}{dt}x - \frac{dp}{dt}z + \ldots\ldots\ldots,$$

$$T_z = \frac{d\zeta}{dt} + \frac{dp}{dt}y - \frac{dq}{dt}x + \ldots\ldots\ldots,$$

et

$$2S = \Sigma m(\Gamma_x^2 + \Gamma_y^2 + \Gamma_z^2).$$

Dès lors les conditions nécessaires et suffisantes pour que S soit, à chaque instant minimum, savoir

$$\frac{\partial S}{\partial \frac{\partial \xi}{\partial t}} = \frac{\partial S}{\partial \frac{\partial \eta}{\partial t}} = \frac{\partial S}{\partial \frac{\partial \zeta}{\partial t}} = \frac{\partial S}{\partial \frac{\partial p}{\partial t}} = \frac{\partial S}{\partial \frac{\partial q}{\partial t}} = \frac{\partial S}{\partial \frac{\partial r}{\partial t}} = 0,$$

s'écrivent

$$\Sigma m \Gamma_x = 0, \qquad \Sigma m \Gamma_y = 0, \qquad \Sigma m \Gamma_z = 0,$$
$$\Sigma m(y\Gamma_z - z\Gamma_y) = 0. \qquad \Sigma m(z\Gamma_x - x\Gamma_z) = 0, \qquad \Sigma m(x\Gamma_y - y\Gamma_x) = 0.$$

En vertu des équations universelles du mouvement, ce sont justement celles pour que le trièdre T soit lié à un solide par rapport auquel le système matériel en mouvement n'est soumis qu'à des forces intérieures, ce qui établit la proposition que nous avions en vue.

GÉODÉSIE. — *Niveaux moyens comparés de la mer Blanche, de la Baltique, de la mer Noire et de l'océan Pacifique.* Note de M. **Jules Schokalsky**, présentée par M. Ch. Lallemand.

Le Service géographique de l'Armée russe vient d'achever les nivellements de précision qui relient entre elles la mer Noire, la mer Baltique et la mer Blanche.

Comparé au niveau de la Baltique à Cronstadt — choisi comme zéro fondamental pour tous les nivellements russes, — le niveau moyen de la mer Blanche à Arkhangelsk a été trouvé plus élevé de $0^m,24$, tandis que, par contre, le niveau moyen de la mer Noire à Odessa se trouverait à $0^m,88$ au-dessous de ce même zéro.

Une différence de niveau de $1^m,12$ existerait ainsi entre la Baltique et la mer Noire.

D'autre part, le niveau moyen de l'océan Pacifique à Vladivostok serait

à $1^m,80$ au-dessous du zéro fondamental de Cronstadt, et, par suite, à $0^m,92$ au-dessous du niveau de la mer Noire, ou à $2^m,04$ au-dessous de la mer Blanche.

Mais ces derniers résultats ne sont que provisoires, la ligne de nivellement, la plus longue du monde, qui réunit les deux mers, n'étant nivelée que dans un seul sens sur un tronçon de 400^{km}.

Le nivellement de sens contraire sera exécuté en 1930.

RELATIVITÉ. — *Sur les équations de Dirac dans la théorie de relativité générale*. Note [1] de M. **V. Fock**, présentée par M. M. de Broglie [2].

1. Pour tenir compte du fait que la forme einsteinienne ds^2 est indéfinie, nous introduirons avec M. Eisenhart [3] les nombres $e_1 = e_2 = e_3 = -1$, $e_0 = +1$. Les matrices hermitiennes de Dirac seront désignées par $\alpha_1\,\alpha_2\,\alpha_3\,\alpha_5$ et la matrice-unité par α_0. Les indices parcourent partout les valeurs 0, 1, 2, 3.

En comparant la loi du déplacement d'un demi-vecteur

$$\delta\psi = \sum_l e_l C_l ds_l \psi \tag{1}$$

avec celle pour un vecteur $A_i = \bar{\psi}\alpha_i\psi$

$$\delta A_i = \sum_{kl} e_k e_l \gamma_{ikl} A_k ds_l. \tag{2}$$

et observant que la quantité $A_5 = \bar{\psi}\alpha_5\psi$ est un invariant, nous obtenons

$$C_l^\dagger \alpha_5 + \alpha_5 C_l = 0; \qquad C_l^\dagger \alpha_m + \alpha_m C_l = \sum_k e_k \alpha_k \gamma_{mkl}. \tag{3}$$

On vérifie que la solution générale de ces équations est

$$C_l = \frac{1}{4}\sum_{mk} \alpha_m \alpha_k e_k \gamma_{mkl} + \frac{2\pi i e}{hc}\varphi_l, \tag{4}$$

où φ_l est un vecteur réel que nous supposerons être le potentiel-vecteur.

---

[1] Séance du 24 juin 1929.

[2] Voir Fock et Iwanenko, *Géométrie quantique linéaire et déplacement parallèle* (*Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1470).

[3] L. Eisenhart, *Riemannian Geometry* (Princeton, 1926).

2. Pour obtenir les équations de Dirac, posons

$$\mathcal{F}\psi = \frac{h}{2\pi i}\sum_k e_k\alpha_k\left(\frac{\partial\psi}{\partial s_k} - C_k\psi\right) - mc\alpha_5\psi. \tag{5}$$

Si l'on introduit les coordonnées x^σ et les matrices

$$\gamma^\sigma = \sum_k e_k\alpha_k h_k^\sigma; \qquad \Gamma_\sigma = \sum_k e_k\alpha_k h_{\sigma k} C_k. \tag{6}$$

l'opérateur $\mathcal{F}$ peut s'écrire

$$\mathcal{F}\psi = \frac{h}{2\pi i}\gamma^\sigma\left(\frac{\partial\psi}{\partial x^\sigma} - \Gamma_\sigma\psi\right) - mc\alpha_5\psi. \tag{5*}$$

En s'appuyant sur la définition des coefficients γ_{ikl} de Ricci on tire de (3)

$$\Gamma_\alpha^+\gamma^\sigma + \gamma^\sigma\Gamma_\alpha = -\nabla_\alpha\gamma^\sigma, \tag{7}$$

où ∇_α est le symbole de différentiation covariante. Au moyen de cette relation on vérifie sans peine l'identité

$$\overline{\psi}F\psi - \psi\overline{F\psi} = \frac{h}{2\pi i}\frac{1}{\sqrt{g}}\frac{\partial}{\partial x^\sigma}(\overline{\psi}\sqrt{g}\gamma^\sigma\psi), \tag{8}$$

où g est la valeur absolue du déterminant du tenseur fondamental $g_{\rho\sigma}$.

L'identité (8) montre que l'opérateur F est identique à son adjoint. Cela nous permet d'affirmer que *l'équation de Dirac dans la théorie de relativité générale s'écrit*

$$F\psi = 0. \tag{9}$$

La formule (8) montre alors que *la divergence du vecteur du courant est nulle*

$$\nabla_\sigma S^\sigma = 0, \qquad S^\sigma = \overline{\psi}\gamma^\sigma\psi. \tag{10}$$

3. En posant $D_\sigma = \frac{\partial}{\partial x^\sigma} - \Gamma_\sigma$, on trouve facilement

$$h_k^\sigma h_l^\rho(D_\sigma D_\rho - D_\rho D_\sigma) = \frac{1}{4}\sum_{ij}\alpha_i\alpha_j e_j\gamma_{ijkl} + \frac{2\pi ie}{hc}M'_{kl}, \tag{11}$$

où γ_{ijkl} sont les composantes n-èdriques du tenseur de Riemann et M'_{kl} celles du bivecteur du champ électromagnétique. De la formule (11) on déduit

$$\gamma^\sigma(D_\sigma D_\alpha - D_\alpha D_\sigma) = -\frac{1}{2}\gamma^\rho R_{\rho\alpha} + \frac{2\pi ie}{hc}\gamma^\rho M_{\rho\alpha}. \tag{12}$$

où $R_{\rho\alpha}$ est le tenseur de Riemann contracté. Si l'on pose $A^{\sigma}_{.\alpha} = \bar{\psi}\gamma^{\sigma}D_{\alpha}\psi$, on vérifie que la divergence du tenseur $A^{\sigma}_{.\alpha}$ est égale à

$$\nabla_{\sigma}A^{\sigma}_{.\alpha} = -\frac{1}{2}S^{\rho}R_{\rho\alpha} + \frac{2\pi ie}{hc}S^{\rho}M_{\rho\alpha}. \tag{13}$$

Or on a, puisque la divergence de S^{ρ} est nulle, $\nabla_{\sigma}\nabla_{\alpha}S^{\sigma} = -S^{\rho}R_{\rho\alpha}$. En rapprochant cette formule et (13) on trouve pour la divergence du tenseur

$$T^{\sigma}_{.\alpha} = \frac{ch}{2\pi i}\left[\bar{\psi}\gamma^{\sigma}\left(\frac{\partial\psi}{\partial x_{\alpha}} - \Gamma_{\alpha}\psi\right) - \frac{1}{2}\nabla_{\alpha}(\bar{\psi}\gamma^{\sigma}\psi)\right] \tag{14}$$

l'expression

$$\Delta_{\sigma}T^{\sigma}_{.\alpha} = eS^{\rho}M_{\rho\alpha}. \tag{15}$$

Au moyen de (9) on vérifie que le tenseur $T^{\sigma}_{.\alpha}$ est réel. *Nous pouvons donc considérer* $T^{\sigma}_{.\alpha}$ *comme le tenseur de l'énergie de matière. Les équations* (15) *sont alors les équations de mouvement* de la théorie de relativité générale. Le tenseur $T_{\sigma\alpha} = g_{\sigma\rho}T^{\rho}_{.\alpha}$ n'est pas symétrique par rapport à ses indices.

Au moyen du tenseur $T^{\sigma}_{.\alpha}$ on peut écrire le principe variationnel équivalent aux équations (9) de Dirac sous la forme

$$\delta\int\int\int\int(T^{\alpha}_{.\alpha} - m\bar{\psi}\alpha_{5}\psi)\sqrt{g}\,dx_{0}\,dx_{1}\,dx_{2}\,dx_{3} = 0 \tag{16}$$

qui exprime que *la variation de l'écart moyen de l'invariant du tenseur* T *de la densité invariante de la matière est égale à zéro.* Or cet écart lui-même s'annule en vertu des équations (9), ce qui est en accord parfait avec la théorie classique.

ÉLECTRONIQUE. — *Sur les potentiels critiques et les arcs à faible tension dans l'hydrogène.* Note de M. **Stefan Vencov**, présentée par M. A. Cotton.

De nombreuses recherches expérimentales ont été faites dans le but d'expliquer les spectres et les potentiels critiques de l'hydrogène. Une interprétation cohérente de l'ensemble des résultats publiés est difficile à donner, sans doute parce qu'on a négligé souvent d'utiliser simultanément l'analyse spectrographique et les mesures électriques. Aussi, dans les recherches que j'ai entreprises je me suis proposé d'obtenir successivement, en employant un dispositif expérimental simple et d'un emploi commode, les différents modes d'excitation et de décomposition de la molécule d'hydro-

gène, et d'analyser en même temps les spectres caractéristiques qui s'y rattachent.

J'ai choisi la méthode des chocs électroniques, réduite à sa plus simple expression, parce qu'elle m'a semblé la plus indiquée pour atteindre ce résultat.

J'ai construit un appareil contenant une source thermique d'électrons, les deux grilles et une plaque, dans lequel les conditions suivantes étaient rigoureusement respectées : vide élevé ($< 10^{-5}$ mm de Hg); constance et mesure des potentiels et des faibles pressions du gaz ($0^{mm},1$-$0^{mm},001$); variation de la distance entre les électrodes; surveillance de la température du filament (chute ohmique < 1 volt); emploi de faibles courants thermioniques ($< 5.10^{-7}$ amp.) et d'électrodes métalliques de faible surface; extrême pureté du gaz introduit. Une fenêtre de quartz permettait l'exploration spectrographique de tous les espaces compris entre la source des électrons et la plaque.

Les tensions étaient lues avec une précision de 0,1 à 0,2 volt jusqu'à 30 volts, et les courants d'ionisation avec un galvanomètre sensible ($0,52.10^{-9}$ amp-mm).

Les diverses combinaisons de champs électriques étaient fournies par des dispositifs potentiométriques.

Appelons V_1, V_2 et V_3 les potentiels des deux grilles et de la plaque, I_0 et I_V les intensités des courants enregistrés par le galvanomètre (en série avec la plaque) mis à la terre ou au potentiel V. J'ai surtout employé l'une ou l'autre des méthodes suivantes :

I. V_1 variable graduellement pour chaque série d'expériences, toujours positif; V_2 variable entre $-0,5$ et -1 volt, constant pour une série d'expériences; V_3 environ $+40$ volts.

Les discontinuités de la courbe $I = f(V_1)$ donnent les points critiques.

II. $V_1 = V_2 = 0$; potentiel négatif variable au filament; $V_3 = 0$, ou $-0,2$ volt. Pour chaque valeur de la tension appliquée au filament, on mesure les courants I_0 et $I_{-0,2}$ et de nouveau I_0. Les courbes

$$(I_0 - I_{-0,2}) : I_0 = f(V)$$

donnent $V_{crit.} = V_{max.} - 0,2$.

Les corrections faites pour les champs parasites dus à des charges spatiales et à la distribution des vitesses électroniques [1] ne dépassent pas un demi-volt.

Par ces méthodes j'ai obtenu les potentiels critiques suivants :

---

[1] B. Davies et Goucher, *Phys Rev.*, 10, 1917, p. 101; et G. Déjardin, *Annales de Physique*, 2, 1924, p. 241.

11,5 ± 0,5 volts (résonance de la molécule);

13,6 ± 0,2 volts (ionisation atomique, H atomique fourni par le filament incandescent, résultant de la dissociation thermique de H^2);

16,5 ± 0,5 volts (dissociation de la molécule, avec accroissement notable d'ionisation);

29,7 ± 0,6 volts (dissociation suivie de l'ionisation double).

J'ai laissé de côté les autres potentiels critiques que j'obtiens accidentellement dans des conditions difficiles à préciser : au contraire, j'obtiens très régulièrement à la température ordinaire les quatre points critiques précédents. Celui de 11,5 volts concorde bien avec les déterminations théoriques de E. E. Witmer (1) et avec le point déduit de l'analyse du spectre des bandes ultraviolettes (2). Celui de 13,6 volts est toujours plus net pour les faibles pressions et les cathodes fortement chauffées, ce qui explique son origine.

Je déduis des résultats précédents que le travail de la dissociation de la molécule d'hydrogène correspond à environ 3 volts : valeur qui concorde bien avec les déterminations électrochimiques. Les résultats spectrographiques seront indiqués plus tard, mais je peux décrire dès maintenant l'aspect de l'arc obtenu à faible tension. La lumière blanc bleuâtre de l'arc obtenu à 16,5 volts environ est très stable et le courant thermionique toujours faible; entre 30 et 35 volts, la lumière devient très intense. Les courants de plaque deviennent très sensibles aux moindres variations du potentiel accélérateur et de la température du filament. Vers 60 volts la décharge commence à avoir une oscillation d'intensité. La fréquence de ces oscillations semble être influencée par l'accroissement du potentiel accélérateur. Si ce potentiel dépasse 100 volts et va jusque vers 300 volts, l'arc, toujours oscillant, devient très brillant, formant comme une série d'étincelles condensées se succédant à quelques secondes d'intervalle. Les courants de plaque (2-3 milliampères) suivent les oscillations de l'arc. Les limites indiquées ci-dessus sont faiblement influencées par la pression du gaz. La production de cet arc, obtenu avec d'autres méthodes par Duffendack (3) et G. Stead et B. Trevelyan (4), a été attribuée par ces derniers à l'action catalytique des impuretés.

Dans les spectres que j'ai étudiés, aucune trace d'impureté n'a été trouvée.

(1) E. E. WITMER, *Phys. Rev.*, 28, 1926, p. 1223.
(2) G. H. DIECKE et J. HOPFIELD, *Zeits. f. Physik*, 40, 1926, p. 299.
(3) O. S. DUFFENDACK, *Phys. Rev.*, 20, 1922, p. 665.
(4) G. STEAD et B. TREVELYAN, *Phil. Mag.*, 48, 1924, p. 978.

L'explication semble devoir être plutôt cherchée dans une action combinée du phénomène d'absorption cumulatif des radiations, et des chocs successifs nécessaires à l'ionisation.

Un fait remarquable est qu'à la température ordinaire l'arc s'allume et s'éteint toujours aux environs de 16 volts, potentiel d'ionisation de la molécule; on observe toujours cela pour les gaz diatomiques.

PYROMÉTRIE. — *Mesure des longueurs d'ondes effectives des écrans utilisés en pyrométrie.* Note (1) de M. **Mendousse**, transmise par M. Pierre Weiss.

La longueur d'onde effective $\lambda_{T_1T_2}$ d'un écran dans l'extrapolation de la température T_1 à la température T_2 est la longueur d'onde pour laquelle le rapport Z des brillances spectrales de deux corps noirs aux températures T_1 et T_2 est égal au rapport z des flux totaux qu'ils envoient à travers l'écran considéré. Toutes les déterminations expérimentales de $\lambda_{T_1T_2}$ ont donc pour principe de mesurer Z en fonction de λ dans le voisinage de λ_e, puis de mesurer z, et de comparer les résultats obtenus. Appliqué à la lettre, ce principe donne cependant une méthode assez compliquée (2), d'où les artifices imaginés pour réduire le nombre des mesures, ainsi que la précision et la fidélité à exiger des appareils : de Groot égalise les brillances de deux sources aux températures de couleur T_1 et T_2 en les regardant à travers l'écran étudié, puis projette leurs deux images sur la fente d'un spectroscope, et cherche la longueur d'onde pour laquelle les deux spectres ont même brillance; cette méthode a été perfectionnée dans le Laboratoire de la Fondation Edmond de Rothschild (3), mais avec les instruments réalisés la précision des mesures photométriques n'était pas très bonne.

Dans le procédé que nous avons mis au point, le rapport Z est étudié à l'aide d'un spectropyromètre, qui doit être à la fois *précis, lumineux, monochromatique*. Nous avons pu concilier ces qualités en plaçant la plage de comparaison après le prisme dispersif, dans le plan du spectre. Il faut alors un dispositif particulier pour obtenir l'identité de couleur. Dans nos expériences, nous avons utilisé un filament disparaissant ordinaire et un bon verre monochromatique, tout à fait satisfaisant si l'on choisit convenable-

(1) Séance du 24 juin 1929.

(2) Hyde, Cady et Forsythe, *Astrophysical J.*, 42, 1915, p. 294.

(3) Ribaud, Nikitine et Mendousse, *Rev. Opt.*, 7, 1928, p. 196.

ment la longueur d'onde de l'appareil (¹). Le filament occupant environ 10 Å seulement dans le spectre, on peut employer une fente d'entrée large, et la luminosité permet de descendre jusqu'à 1000° C. avec une fente de 50 Å.

L'étude des flux totaux est faite avec un pyromètre de précision à filament disparaissant dont on a remplacé l'écran par l'écran à étudier, et *sans qu'il soit besoin de le graduer de nouveau.*

Dans les deux appareils, le courant dans le filament disparaissant est la grandeur directement mesurée. Les procédés opératoires sont les suivants :

1° Principe des mesures : la longueur d'onde du spectroscope est *fixe*. Pointés sur une source à température de couleur T_1, le pyromètre donne une température T et le spectropyromètre un courant i (de signification indifférente). On mesure $dT : di$. On pointe ensuite une source à température de couleur T_2 avec interposition d'un secteur tournant pour obtenir sensiblement la même brillance qu'au début. On trouve ainsi une température $T + \delta T$ et un courant $i + \delta i$. De δT et δi se déduit, par deux règles de trois, la différence entre la longueur d'onde du spectroscope et la longueur d'onde effective étudiée. On voit que la température des sources n'est fixée d'avance qu'avec une approximation de quelques degrés.

2° Cette température n'a pas besoin non plus d'être très constante, il suffit qu'elle varie assez régulièrement : un dispositif spécial permet d'entrecroiser les mesures avec les deux appareils, et, avec dix pointés au plus, toute la précision réalisable est atteinte (1 pour 1000 en brillance).

3° Les deux courants pyrométriques sont mesurés avec un même potentiomètre, ce qui élimine les erreurs provenant des variations du courant d'alimentation. En utilisant un galvanomètre comme instrument d'interpolation entre les divisions du potentiomètre, ces mesures de courant sont rapides (5 secondes) et précises (précision relative 10^{-5}).

Résultats. — La précision, d'autant plus grande que T_1 et T_2 sont plus éloignés, permet de les choisir assez rapprochés : pour $T_1 = 1100$ et $T_2 = 1700$° C., l'écart maximum dans trois montages successifs (10 mesures en tout) a été de ± 4 Å seulement, ce qui correspond à 2 pour 1000 en brillance (somme de toutes les erreurs). Grâce à un écran étalon que M. de Groot a bien voulu nous transmettre, et qui avait été étudié aussi par

(¹) Afin d'éviter cette restriction gênante, nous comptons utiliser prochainement un cube de Lummer avec un petit monochromateur supplémentaire.

Forsythe, nous avons pu contrôler nos mesures, dans les limites de précision indiquées par les auteurs.

D'autre part nous avons mesuré l'influence de l'épaisseur d'un écran, ainsi que celle d'un verre neutre ajouté à cet écran, et trouvé des résultats en accord avec la théorie.

Remarque. — Le même montage permet l'étalonnage d'un pyromètre par extrapolation suivant la loi de Planck à partir du point de fusion de l'or. La précision est alors supérieure au degré jusqu'à 2200° C. environ.

DIFFUSION MOLÉCULAIRE. — *Spectres de Raman des para, ortho, métaxylènes.* Note (1) de Mlle **W. Czapska**, transmise par M. M. de Broglie.

On sait qu'en illuminant un complexe de molécules par un faisceau monochromatique de fréquence ν_0, on obtient dans le rayonnement diffusé des raies, dites de Raman, de fréquence $\nu_0 \pm \nu_p$, ν_p désignant les fréquences propres des parties constituantes de la molécule. Ces fréquences ν_p sont caractéristiques pour certains groupes particuliers dans diverses molécules (2).

Il est cependant certain que les vibrations dans la molécule dépendent également des liaisons intramoléculaires qui sont différentes dans diverses parties de la molécule.

Dans le but d'étudier si la position d'un groupe d'atomes dans la molécule exerce une influence sur ses fréquences propres, j'ai étudié le spectre de Raman dans quelques composés isomériques, en particulier dans le para, méta, et orthoxylène. Ces substances à l'état liquide, contenues dans un tube de Wood, étaient illuminées au moyen d'un arc au mercure disposé tout près du tube. La lampe d'une construction spéciale était refroidie par l'eau courante et fonctionnait sous une tension constante de 110 volts et un courant de 10 ampères. La lumière diffusée dans la direction de l'axe du tube par les corps étudiés était projetée sur la fente d'un spectrographe donnant une dispersion de 12 Å par millimètre de la plaque. Les résultats des mesures des clichés obtenus sont réunis dans le tableau I.

On voit que les spectres de Raman ne sont pas les mêmes pour les trois xylènes étudiés; cependant les fréquences $\Delta\nu = 1373$ et $\Delta\nu = 2918$ sont

(1) Séance du 24 juin 1929.

(2) Voir, par exemple, P. Pringsheim et B. Rosen, *Zeits. f. Phys.*, 50, 1928, p. 741.

communes dans ces trois composés. On remarque de plus des fréquences communes à deux de ces corps :

	Δν.	
Para	1180	
Méta	1180	723
Ortho		734

Par contre il n'y a pas de raies qui ne soient communes qu'à l'ortho et le paraxylène.

Il résulte de l'ensemble de ces faits que la position des groupes dans la molécule exerce une influence sur les fréquences propres de certains de ces groupes laissant inaltérées celles des autres. Une étude plus détaillée permettra, sans doute, de discerner quels sont les porteurs de ces diverses fréquences (¹).

Tableau I.

Rayonnement excitateur.		Rayonnement diffusé. Para.				Méta.				Ortho.			
λ_{Hg}.	ν_{Hg}.	λ.	J.	ν.	Δν.	λ.	J.	ν.	Δν.	λ.	J.	ν.	Δν.
4047	24709	4124	1,5	24248	461	4133	1,0	24195	514	4131	1,0	24207	502
		4155	1,5	24067	642	4137	1,0	24172	537	4140	2,0	24131	578
		4184	0,5	23900	810	4140	1,0	24154	555	4171	3,0	23975	734
		4188	3,0	23877	832	4169	3,0	23986	723	4215	1,5	23724	985
		4250	0,5	23529	1180	4217	3,0	23715	994	4226	2,0	23663	1016
		4254	3,0	23507	1202	4250	1,0	23529	1180	4260	2,0	23474	1235
		4286	1,5	23331	1378	4263	1,5	23457	1252	4286	1,5	23331	1378
		4589	2,5	21791	2918	4285	1,5	23337	1372	4589	2,5	21791	2918
						4589	2,5	21791	2918				
4078	24521	4140	1,5	24154	367	4297	2,5	23270	1251	4204	1,0	23786	735
		4221	0,5	23691	830					4245	1,5	23557	964
4340	23041	4578	0,5	21843	1198								
4359	22941	4418	1,5	22634	307	4459	0,5	22426	515	4456	1,0	22441	500
		4447	2,0	22487	454	4464	1,0	22401	540	4472	2,0	22361	580
		4486	0,5	22291	650	4502	3,0	22212	729	4503	3,0	22207	734
		4520	0,5	22125	818	4558	3,0	21939	1002	4556	0,5	21949	992
		4523	2,0	22109	832	4599	0,5	21743	1198	4569	2,0	21886	1055
		4595	0,5	21762	1179	4610	2,5	21691	1250	4603	2,0	21724	1217
		4600	2,0	21739	1202	4636	1,0	21570	1371	4612	2,5	21682	1259
		4637	1,0	21970	1371	4687	1,5	21335	1606	4636	1,5	21570	1371
		4685	1,5	21344	1597	4994	1,5	20024	2918	4685	1,5	21344	1597
		4995	1,5	20020	2921					4994	1,5	20024	2917

(¹) Notons que A. Dadieu et K. W. F. Kohlrausch ont fait tout récemment une étude analogue à la nôtre sans toutefois publier jusqu'à présent les données numériques (voir *Naturwissenschaften*, 17, 1929, p. 366).

ÉLECTROCHIMIE. — *Précipitation de bioxyde de manganèse par électrolyse en courant alternatif.* Note de M. **A.-P. Rollet**, présentée par M. H. Le Chatelier.

L'électrolyse en courant alternatif ne produit souvent aucune modification apparente sur les électrodes ou au sein de l'électrolyte. Cependant, on observe quelquefois le passage en solution du métal des électrodes; on ne connaît guère de cas d'un métal précipité de l'électrolyte par le courant alternatif.

En courant continu, le manganèse se dépose facilement à l'anode à l'état de peroxyde.

J'ai pu obtenir une précipitation complète du manganèse en électrolysant (¹) par un courant alternatif (50 périodes par seconde) une solution de sel de nickel contenant une petite quantité de manganèse. Au bout d'un certain temps d'électrolyse, on voit apparaître autour des électrodes un trouble brun qui finit par envahir tout le bain et par se déposer au fond de la cuve. Il s'agit de bioxyde de manganèse. Quelquefois, au début de sa formation, un peu de bioxyde recouvre les électrodes d'une couche brune et mince.

Le précipité apparaît très vite (quelques minutes) pour des teneurs en manganèse de l'ordre de 10^{-3}. Quand la teneur est supérieure à 10^{-2}, le dépôt n'apparaît qu'au bout d'un temps assez long (quelques heures). La température du bain doit être inférieure à 30°. La densité de courant efficace doit être très forte; elle dépend, d'ailleurs, de la température : à 0°, elle doit dépasser 0,2 ampère par centimètre carré; à 20°, 0,7 ampère par centimètre carré. Le bain doit être légèrement acide (concentration d'acide libre comprise entre $n/2$ et $n/200$).

La précipitation se produit quel que soit le radical acide du sel (²). La présence de nickel paraît absolument nécessaire, il m'a été, en effet, impossible d'obtenir un précipité d'oxyde de manganèse en l'absence de nickel.

L'analyse de ce précipité a été faite par chauffage dans le vide jusqu'à 800°.

(¹) Électrodes de platine ou de nickel.

(²) Les résultats sont cependant peu nets avec les halogénures.

L'oxyde se décompose dès 400° en donnant Mn^3O^4. L'eau d'hydratation se dégage, mais est retenue dans un condenseur refroidi à —80° (neige carbonique et acétone). L'oxygène supérieur au degré d'oxydation Mn^3O^4 s'échappe. Il est recueilli par une trompe du type Sprengel et mesuré sur le mercure. L'eau est ensuite déterminée par la méthode de MM. Hackspill et d'Huart (réaction sur l'hydrure du calcium et mesure de l'hydrogène dégagé) (1).

Les résultats ont donné très exactement $MnO^2.H^2O$.

Le mécanisme de formation de ce précipité d'oxyde de manganèse paraît difficile à préciser. Il est à noter cependant que le radical acide ne semble pas influer, et que le phénomène n'a lieu qu'avec le nickel.

Le manganèse ne doit être présent qu'en petite quantité; sa précipitation est complète.

Ce phénomène peut servir à déceler une trace infime de manganèse dans des sels de nickel (on a encore un dépôt brun caractéristique pour une teneur en manganèse inférieure à 10^{-4}) et à les débarrasser complètement de cette impureté; aucun corps étranger n'est ainsi ajouté au sel à purifier.

La présence de petites quantités de manganèse semble générale dans les sels commerciaux de nickel.

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur les piles à électrolyte fondu. La pile: oxyde de cuivre-soude caustique fondue-zinc.* Note de M. **G.-I. Costeanu.**

La réaction fondamentale de cette pile est l'oxydation du zinc par la soude fondue avec libération d'hydrogène.

L'hydrogène réduit l'oxyde de cuivre de l'anode et donne la réaction de dépolarisation :

$$CuO + 2H^2 = Cu + H^2O.$$

L'étude de cette pile a été faite à la température de 400°, température à laquelle l'eau contenue dans la soude (environ 2 pour 100) est chassée en grande partie, après 4 heures de chauffage.

Pour observer le rôle joué par l'air dans le phénomène de dépolarisation nous avons fait des mesures de f. é. m. et de décharge dans l'air et dans l'azote.

L'électrode d'oxyde de cuivre est obtenue de la manière suivante : On mélange

(1) Hackspill et d'Huart, *Annales de Chimie*, 5, 1926, p. 99.

l'oxyde de cuivre pur, finement pulvérisé, avec un peu d'acide colloïdal [$Cu(OH)^2$ partiellement deshydraté]; on ajoute quelques gouttes d'eau jusqu'à ce qu'on obtienne une pâte très épaisse. Cette pâte fortement comprimée dans un moule donne un bâtonnet que l'on chauffe jusqu'à 1000° dans une atmosphère d'oxygène de manière à le sécher et à l'agglomérer assez fortement, pour qu'il ne se désagrège pas dans la soude fondue. Comme à 1000° il y a une réduction partielle de l'oxyde de cuivre, on réoxyde l'oxydule formé en maintenant longtemps le bâtonnet à 600° dans un courant d'oxygène.

Un fil de cuivre enroulé autour du bâtonnet sert de collecteur de courant.

Au bâtonnet de zinc utilisé comme cathode on soude un fil de cuivre.

On fond 100g de soude pure dans un creuset de nickel, celui-ci résistant très bien à l'action de la soude. Après quelques heures de contact le creuset devient passif. Le creuset est placé dans un vase cylindrique en porcelaine fermé hermétiquement par un couvercle d'amiante luté, chauffé par un enroulement extérieur en fil de nichrome et soigneusement calorifugé. A travers le couvercle passent les électrodes, les tubes d'arrivée et de sortie du gaz et le couple thermo-électrique.

Les premières séries de mesures ont été faites dans l'air.

Les résultats obtenus dans cinq séries successives de mesures sont donnés par les courbes I-V (*fig.* 1).

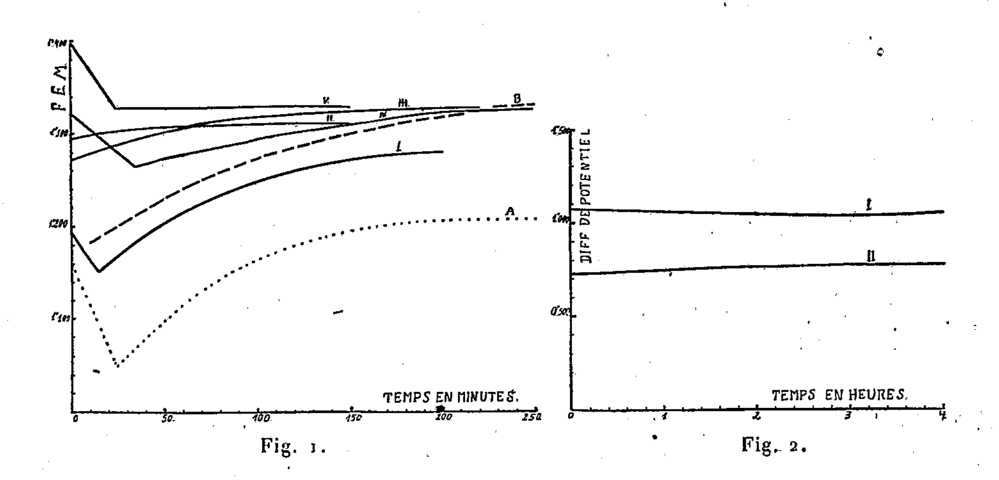


Fig. 1. Fig. 2.

Dans la première expérience (courbe I), la f. é. m. est inférieure à celles obtenues par la suite et qui concordent finalement à quelques millivolts près avec la valeur moyenne 1,322 volt.

Ceci s'explique par la porosité croissante du bâtonnet d'oxyde de cuivre, qui fait augmenter son pouvoir dépolarisant. Après plusieurs jours de mesures le bâtonnet réduit par l'hydrogène présente de nombreuses cavités qui, lors de l'immersion dans la soude, y introduisent de l'air en quantité

notable. C'est probablement pour cette raison que dans la courbe V, la f. é. m. a pu atteindre initialement une valeur qui se rapproche beaucoup de celles mesurées en atmosphère d'oxygène (1,440 volt).

La pile débite sur 20 ohms un courant très constant tant que le zinc n'est pas fortement attaqué (courbe I, *fig.* 2).

L'oxyde de zinc formé, peu soluble dans la soude fondue, s'agglomère autour du bâtonnet de zinc, d'où l'on peut d'ailleurs le détacher par une agitation verticale.

Du cuivre réduit à l'anode se déplace dans le liquide et se dépose fréquemment sur le zinc. Il peut provenir aussi d'une réduction sur place du composé $Cu(Na)^2$ formé à l'air par action de l'oxyde de cuivre sur la soude qu'il colore en bleu clair.

D'autres séries de mesures ont été faites dans une atmosphère d'azote bien débarrassé d'oxygène.

Les résultats, un peu inférieurs à ceux obtenus dans l'air, sont donnés par la courbe moyenne A (*fig.* 1) : 1,200 volt.

Mais on retrouve la valeur 1,322 volt en ajoutant à la soude quelques grammes de bioxyde de sodium qui agit comme dépolarisant (courbe B, *fig.* 1).

La pile a une résistance intérieure initiale de 1,949 ohm, et débite régulièrement sur 20 ohms pendant plusieurs heures (courbe II, *fig.* 2).

La soude prend alors une teinte rougeâtre due au cuivre en suspension.

Cette pile se recommanderait par la valeur élevée de sa f. é. m. et la constance de son débit, si le zinc n'était fortement attaqué même en circuit ouvert.

PHOTOCHIMIE. — *Déplacement de l'iode d'un iodure par une solution huileuse de cholestérol ou d'ergostérol irradiée par la lumière solaire.* Note de M. **Émile Rousseau**.

Nous avons [1] traduit l'action photochimique, en présence illimitée d'air, qu'exerce la lumière partielle (3650 A, 3341 A, 3132 A), ou simplement monochromatique (3650 A) d'un arc au mercure sur une solution huileuse de cholestérol ou d'ergostérol en dosant l'iode, exprimé en oxygène actif, libéré d'un iodure, ajouté à ces stérols après leur irradiation. Au bout d'une heure d'irradiation cette huile présentait en effet un pouvoir oxydant

(1) E. Rousseau, *C. R. Soc. Biol.*, 100, 1929, p. 158.

($0^{mm},060$ par 5^{cm^3}) supérieur à celui de l'huile de foie de morue non irradiée ($0^{mm},030$ par 5^{cm^3}).

Reprenant ces recherches, en opérant d'abord en atmosphère limitée d'air (17^{cm^3}), puis avec les radiations solaires totales, nous avons obtenu les nombres que nous consignons ci-après.

Nos expériences, dont nous donnons une moyenne analytique, ont été plusieurs fois instituées entre le 19 et le 21 juin 1929 de $9^h 45^m$ à $11^h 45^m$ à une altitude de 62^m au-dessus du niveau de la mer.

Les solutions de stérols (0,50 pour 100) ont été, au cours de leur préparation, l'objet des précautions suivantes dans le but d'éviter l'intervention de tout facteur oxydant autre que la lumière solaire (inclusion d'air dans l'huile par agitation prolongée pour dissoudre le stérol, excès de température, etc.).

Séparément et doucement triturés dans un mortier avec 15^{cm^3} d'huile d'olives lavée à l'alcool (Codex) puis versés dans des ballons gradués (50^{cm^3}) les stérols demeurèrent à l'obscurité, au contact de l'huile, pendant 24 heures. Leur adsorption d'huile permet d'obtenir une facile dissolution en chauffant ensuite au bain-marie à +40°, les ballons dont le contenu a été porté à 50^{cm^3}, au préalable, par addition d'huile d'olives.

Les solutions filtrées à l'abri de l'air (papier sans cendres) ont été réparties, à la dose de 5^{cm^3}, dans une série de tubes en quartz préalablement lavés avec SO^4H^2 pur, l'eau distillée, l'acétone, enfin séchés. Ces tubes, bouchés avec du liège neuf, lavés à l'alcool-éther, ont été placés, avec une inclinaison d'environ 10°, sur une planchette de bois, posée sur le sol, elle-même recouverte d'une feuille de papier blanc. Après l'irradiation solaire l'iode libéré de l'iodure ajouté (10^{cm^3} sol. à 20 pour 100) a été dosé conformément à notre technique déjà décrite ([1]). Cet iode est exprimé en oxygène actif dans le tableau suivant (titrage fait sur 5^{cm^3} de solution huileuse de stérol).

Temps d'irradiation.	Huile d'olives.	Cholestérol (0,50 %).	Ergostérol (0,50 %).	Température de l'air.	Température des liquides.
Témoin.......	0,032	–	–	–	+15°
Témoin.......	–	0,084	0,184	–	+15
30 minutes....	–	0,176	0,230	+37,4	+31,5
1 heure.......	–	0,184	0,298	+37,8	+31,6
1 h. 30 min...	–	0,192	0,304	+38	+31,8
2 heures......	–	0,244	0,360	+39	+31,9

([1]) E. Rousseau, *loc. cit.*

De l'examen de ces chiffres, il ressort que :

1° L'ergostérol présente un pouvoir d'oxydation supérieur à celui du cholestérol quand ceux-ci, en solution huileuse, en présence limitée d'air, sont soumis à l'action des radiations solaires totales;

2° En comparant ces dosages avec ceux que nous avons déjà obtenus, on constate que l'effet photochimique engendré par les radiations solaires a été, d'une façon générale, dix fois supérieur à celui qu'engendrèrent les trois radiations d'un arc à vapeur de mercure (3650 A, 3341 A, 3132 A) ou la radiation monochromatique 3650 A, isolée de cet arc.

Des essais physiologiques seront institués dans le but de déterminer s'il existe une relation entre nos réactions photochimiques et l'activité antirachitique des stérols que nous avons irradiés avec la lumière solaire.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Densités du potassium et du sodium liquide*. Note de M. E. **Rinck**, présentée par M. H. Le Chatelier

En 1924, Richard Lorenz et Van Laer (1) ont proposé une nouvelle loi d'action de masse s'appliquant aux systèmes condensés hétérogènes. Un exemple d'un tel système est fourni par le système $Na + KCl \rightleftarrows K + NaCl$ que nous avons étudié précédemment en collaboration avec M. Hackspill (2). L'application de cette loi nécessite la connaissance du volume atomique à la température d'équilibre de tous les constituants, notamment celui du sodium et du potassium. Les densités de ces métaux n'ayant été déterminées que jusqu'au point de fusion, il nous a paru intéressant de faire des déterminations à des températures plus élevées, se rapprochant autant que possible du point d'ébullition.

Pour cela nous avons employé avec succès la méthode hydrostatique.

Le métal alcalin était obtenu à l'état pur par double distillation fractionnée dans le vide, du métal du commerce. Il était contenu dans un tube de nickel placé au centre d'un bloc cylindrique d'aluminium pesant 30^{kg} et chauffé électriquement par le courant d'une batterie d'accumulateurs. Ce dispositif nous permettait d'obtenir au centre du bloc des températures uniformes et constantes à moins de 1/10° C.

La température était mesurée par un couple thermo-électrique relié à un dispositif potentiométrique extrêmement sensible, permettant de déceler des variations de l'ordre de 1/1000° C.

(1) Rich. Lorenz, *Zeit. anorg. allg. Ch.*, 138, 1924, p. 285.

(2) *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 463.

L'étalonnage du couple était fait par détermination des points fixes internationaux et par comparaison avec un thermomètre étalon à résistance de platine. Les températures sont ainsi connues avec une erreur inférieure à 0°,5 C. Un corps en cuivre très bien nickelé, plongeant dans le métal alcalin était suspendu moyennant un fil de nickel en dessous d'un plateau d'une balance sensible.

Pendant toute l'opération, un lent courant d'azote pur et sec passait dans le tube contenant le métal à étudier.

Par pesée, on déterminait ainsi la poussée du liquide sur le plongeur. Connaissant le volume de ce dernier à la température de l'opération, on déduisait la densité du métal alcalin. Des résultats certains ne sont obtenus qu'à des températures supérieures à 300° C. pour le potassium, à 400° pour le sodium. (En effet, à des températures inférieures à ces limites, la viscosité des métaux K et Na est trop grande pour qu'on puisse mesurer avec certitude la poussée exercée.)

Voici les résultats obtenus par deux séries de déterminations différentes pour chaque métal :

T°.	Densité Na. Essai 1.	Densité Na. Essai 2.	T°.	Densité K. Essai 1.	Densité K. Essai 2.
429	0,852		325		0,768
448		0,846	354	0,763	
501	0,832		367		0,759
506		0,833	398		0,750
530	0,827		416,5	0,746	
545	0,821		478	0,732	
547		0,821	483		0,741
589,5		0,811	523		0,733
590	0,812		565,5		0,715
626		0,802	595,5		0,708
639,5		0,798			

Ces points sont situés sur des droites dont le prolongement passe exactement par les points représentant la densité de K et Na à leur point de fusion (1).

On a donc :

$$d_{Na} = 0,9835 - 0,000260\,(t - 96,5)$$
$$d_{K} = 0,826 - 0,000222\,(t - 62,4)$$

entre la fusion et 650° C.

Les points expérimentaux s'écartent au maximum de $\frac{1}{500}$ des points de ces

(1) HACKSPILL, *Annales de Chimie*, 8e série, **28**, 1913, p. 636.

droites, la troisième décimale est donc connue avec une incertitude de 1 à 2 unités.

Dans ces conditions une extrapolation jusqu'aux environs de 800 à 900° est parfaitement légitime. Nous pouvons grâce à elle calculer la constante de la loi de Lorentz appliquée au système $Na + KCl \leftrightarrows K + NaCl$.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les suspensions de kaolin dans divers milieux.* Note de MM. **René Dubrisay**, **Jean Trillat** et **Astier**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Dans une précédente Note [1], nous avons montré qu'en délayant du kaolin dans diverses solutions minérales, on obtenait des suspensions stables dans les liqueurs alcalines suffisamment diluées, alors que dans les solutions acides ou dans les alcalis concentrés on observe la floculation des particules. Il nous a semblé intéressant de reprendre des études abordées déjà par certains auteurs [2] relativement aux caractéristiques des dépôts obtenus dans les divers milieux.

Dans ce but, 10g de kaolin étaient mis en présence de 80cm³ de liqueur. Le tout était placé dans des cloches graduées et agité mécaniquement pendant 12 heures. On disposait les cloches verticalement, et on lisait, chaque jour, le volume occupé jusqu'au moment où ce volume ne variait plus [3]. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau.

a. Dépôt dans des solutions de soude.

Titre des liqueurs en mol. par litre...	N/3.	N/6.	N/12.	N/24.	N/34.	N/600.	N/1500.	0.
Volume du dépôt.....	26,4	18,8	17,0	16,2	15,4	16,4	32,4	34

b. Dépôt dans des solutions de chaux.

Titre des liqueurs...	N/18.	N/90.	N/180.	N/270.	N/360.	0.
Volume du dépôt.....	54,4	37,6	23	23	26,0	34

[1] Dubrisay et Astier, *Comptes rendus*, 187, 1928, p. 978.

[2] *Bottcher Sprechsaal*, 42, 1909, p. 117.

[3] L'invariabilité du dépôt ne se produisant pas avant un mois dans les liqueurs faiblement alcalines, alors qu'elle était réalisée au bout de 4 à 5 jours dans des milieux floculants.

c. Dépôt dans des solutions d'acide sulfurique.

Titre des liqueurs...	N/30.	N/300.	N/1800.	N/3000.	N/6000.	0.
Volume du dépôt......	31,6	34,6	33,6	33,4	34,8	34

Dans la liqueur sodique, le volume du dépôt commence donc par décroître quand la concentration augmente, passe par un minimum, puis croît à nouveau. Si l'on se reporte à notre première Note, on constate que le minimum du volume du dépôt se produit dans les milieux où les suspensions sont stables, c'est-à-dire où le liquide surnageant présente des caractères colloïdaux. L'allure du phénomène est la même avec les solutions de potasse et de lithine : mais dans les milieux concentrés, l'épaisseur du dépôt est beaucoup plus grande avec la potasse qu'avec la soude (42^{cm^3} en solution N/3 au lieu de 26,4 dans la soude).

En présence des solutions de chaux, il est à noter qu'aux grandes dilutions (N/90, N/180 et N/270) le liquide surnageant le dépôt reste trouble : les bases alcalino-terreuses peuvent donc aux faibles concentrations stabiliser les suspensions de même que les bases alcalines; et, ici encore, un minimum apparaît dans l'épaisseur du dépôt. On obtient avec la baryte des résultats analogues.

Avec les solutions d'acide sulfurique, les variations de volume sont moins accusées; en tout cas, le phénomène du minimum n'apparaît pas : on est d'ailleurs arrêté par le fait qu'une attaque se manifeste assez rapidement, lorsque la concentration de l'acide augmente. Les résultats sont identiques dans le cas de l'acide phosphorique, de l'acide azotique et de l'acide chlorhydrique.

Les changements observés dans le volume des dépôts sont dus à la proportion d'eau d'interposition entre les particules. En effet, dans toutes les expériences, le volume final de l'ensemble liquide-dépôt est le même; la proportion de liquide interposée dans le dépôt est donc nécessairement plus faible, et de beaucoup, dans les expériences correspondant au minimum de volume. Nous avons pu constater d'ailleurs qu'une centrifugation énergique ramène toutes les épaisseurs de la partie solide à la même valeur quelle que soit la nature du milieu [1].

[1] Deux grammes de kaolin étaient délayés dans 15^{cm^3} d'eau et de solutions alcalines diverses. On laissait déposer pendant 48 heures, on centrifugeait pendant 2 heures, puis on lisait le volume. On obtenait ainsi les résultats suivants :

Titre des liqueurs sodiques..........	N/3.	N/36.	N/120.	0.
Volume du dépôt après centrifugation..	2,5	2,5	2,4	2,5

Nous avons enfin cherché à étudier la structure des particules qui constituent le dépôt au moyen des spectrogrammes X, obtenus par la méthode Debye-Sherrer. Dans le cas de l'eau pure, de la soude normale ou de l'eau de chaux (c'est-à-dire dans les milieux floculants donnant de grandes épaisseurs de dépôt), on obtient des anneaux circulaires très nets identiques entre eux, et identiques à ceux que donne le kaolin sec, et qui prouvent une structure microcristallisée. Au contraire, dans les milieux faiblement alcalins, la largeur des anneaux augmente et leur intensité diminue, leur position restant d'ailleurs inchangée. Nous nous proposons de discuter ultérieurement l'interprétation de ce phénomène.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Polarisation elliptique produite par réflexion à la surface des solutions d'acides gras dans l'eau.* Note de M. **Ch. Bouhet**, présentée par M. A. Cotton.

Dans une Note précédente ([1]), j'ai donné pour des solutions d'acides gras dans l'eau, de C^2 à C^5, à diverses concentrations, la valeur de l'ellipticité produite par réflexion de la lumière polarisée rectilignement; j'ai poursuivi ces recherches en étudiant tous les acides saturés normaux jusqu'au terme en C^{10}.

L'ellipticité K est mesurée, comme précédemment ([2]), pour la radiation verte $\lambda = 546$ de mercure, par la méthode de Chaumont. La surface de la solution étudiée est essuyée avec un papier fin avant de faire les pointés.

La figure ci-après donne l'ensemble des résultats obtenus.

La solubilité des acides gras décroissant très rapidement quand croît le nombre d'atomes de carbone, j'ai porté en abscisse le rapport de la concentration de la solution étudiée à la concentration de la solution saturée; l'abscisse 1 correspond donc pour tous les acides à une solution saturée ([3]). Les ellipticités K ont été portées en ordonnées; les valeurs expérimentales représentées par des cercles sont relatives à des solutions dans l'eau pure, celles représentées par des croix à des solutions acidulées par HCl.

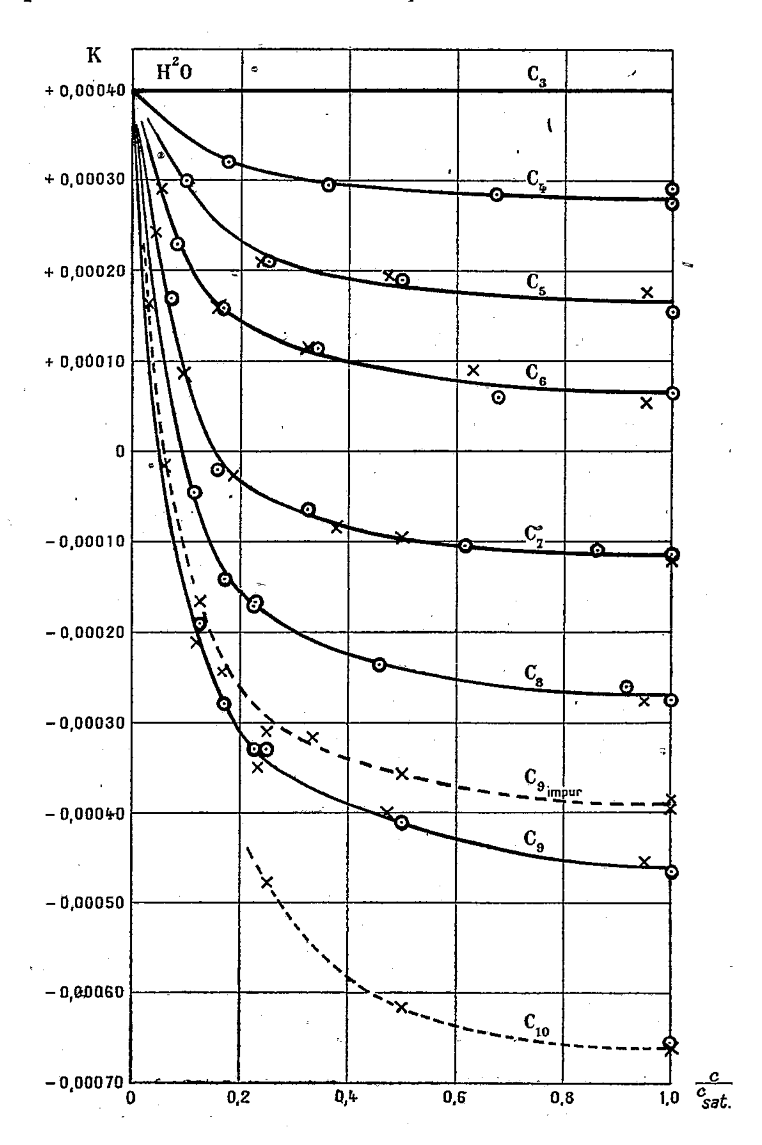
1° On peut noter la grande analogie des courbes relatives aux divers acides; en particulier, on retrouve pour tous les acides la valeur limite de

([1]) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 59.

([2]) *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 53.

([3]) Dans le cas de l'acide butyrique, miscible à l'eau en toutes proportions, l'abscisse 1 correspond à la solution présentant l'ellipticité minima.

l'ellipticité déjà signalée pour les acides en C^4 et C^5. Pour tous les acides non miscibles à l'eau en toutes proportions, cette ellipticité limite se produit lorsque la solution est saturée. Si, par un choix convenable de l'échelle



des ordonnées pour chaque acide, on s'arrange de façon à obtenir pour tous les acides les mêmes ordonnées pour les abscisses o et 1, les courbes obtenues ne deviennent cependant pas complètement superposables; elles se déplacent en général vers les ellipticités plus petites quand le nombre

d'atomes de carbone croît, ce qui indique une adsorption relativement plus grande aux faibles concentrations pour les acides plus élevés dans la série. L'addition de HCl n'a aucune influence, contrairement à ce qui se passe pour les couches monomoléculaires d'acides insolubles.

2° Pour les solutions présentant l'ellipticité limite l'aire occupée par chaque molécule d'acide à la surface de la solution, calculée à partir des données de Schofield et Rideal [1], est pour tous les acides très voisine de 25×10^{-16} cm², en très bon accord avec la valeur expérimentale déterminée par Adam [2] pour les couches monomoléculaires d'acides insolubles.

3° L'étude aux rayons X des acide gras, faite en particulier par Gibbs [3] sur les acides de C^1 à C^{10} à l'état solide, et par Morrow [4] sur les mêmes acides à l'état liquide, a montré que la longueur de la molécule croît linéairement, à partir de l'acide en C^3, en fonction du nombre d'atomes de carbone; il y a un brusque changement dans la variation de longueur pour les acides en C^1 et C^2. On retrouve ici des résultats tout à fait parallèles; les ellipticités limites décroissent en effet très régulièrement à partir de l'acide en C^3 quand croît le nombre d'atomes de carbone, tandis que pour l'acide en C^2 il est impossible de fixer une valeur de l'ellipticité analogue au palier de l'acide en C^3 ou au minimum des acides plus élevés.

Ces résultats confirment d'une manière directe complètement indépendante de l'équation d'adsorption de W. Gibbs l'hypothèse de l'orientation des molécules perpendiculairement à la surface du liquide.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'effet photographique produit par les stérols, après leur exposition aux rayons ultraviolets.* Note de MM. **J. Cluzet** et **Kofman**, présentée par M. A. Desgrez.

On sait, depuis les travaux de Takahashi et de Hamano, que les corps antirachitiques et, en particulier, les stérols préalablement soumis aux rayons ultraviolets, ont le pouvoir d'impressionner la plaque photographique.

Pour la plupart des auteurs, il s'agirait d'un phénomène purement chimique, et tout se passerait comme si les rayons ultraviolets faisaient

(1) *Proc. Roy. Soc. London*, 109, 1925, p. 57.
(2) *Proc. Roy. Soc. London*, 101, 1922, p. 452.
(3) *Journ. Chem. Soc. London*, 125, 1924, p. 2622.
(4) *Phys. Rev.*, 31, 1928, p. 10.

apparaître un corps nouveau, capable d'agir sur la couche de gélatine bromure d'argent.

Nous avons fait connaître ([1]) le résultat de nos expériences avec la cholestérine et l'ergostérine ([2]); ils nous paraissent démontrer que le noircissement du cliché n'est pas dû à des radiations émises par les stérols. En effet, puisque l'interposition des lames de verre et de quartz supprime l'effet photographique, celui-ci ne pourrait être produit que par des radiations ultraviolettes de très courte longueur d'onde. Mais comme nous n'avons jamais observé d'ombre portée sur des lames, ou de tout objet interposé entre la plaque et la substance, on ne peut croire à un rayonnement lumineux, même de très courte longueur d'onde. D'ailleurs s'il s'agissait d'un phénomène de phosphorescence, les rayons émis par la substance auraient, d'après la loi de Stockes, une longueur d'onde supérieure aux rayons absorbés (de 2800 à 3000 Å, d'après Fabre et Simonnet) et ne seraient pas, par suite, arrêtés par le quartz.

On pourrait peut-être supposer encore que le phénomène est dû à des rayons corpusculaires; mais nous avons constaté, d'une part, que l'aimant ne modifie pas l'image photographique et, d'autre part, que les substances activées ne déchargent nullement l'électroscope.

Voici de nouvelles expériences qui paraissent aussi démonstratives.

On place au fond de trois petits godets de porcelaine ayant 4 ou 5^{mm} de hauteur une mince couche de cholestérine ou d'ergostérine préalablement exposée, pendant 5 à 10 minutes et à une distance de 60^{cm}, au rayonnement d'un brûleur à vapeur de mercure. Sur l'un des godets, on dispose (dans le cabinet noir) une plaque photographique, gélatine en dessous; l'orifice du deuxième et du troisième godet sont recouverts complètement, l'un par une lame de quartz *non radioactif* et l'autre par une pellicule de célophane, et, par-dessus la lame et la pellicule, on dispose encore une plaque sensible débordant largement la lame et la pellicule.

Après avoir laissé les préparations 12 jours dans l'obscurité, on n'obtient d'image qu'avec le premier godet. Mais, si l'on refait les mêmes expériences de telle sorte que les deux derniers godets ne soient obturés qu'incomplètement par la lame ou la pellicule, la plaque photographique est impressionnée en dehors des bords de la lame et de la pellicule.

([1]) J. Cluzet et Kofman, *C. R. Soc. Biol.*, 6, 1929, p. 666.

([2]) La cholestérine (Byla) était extraite de la matière cérébrale du mouton; l'ergostérine (Rhône-Poulenc) avait pour formule $C^{27}H^{42}O, H^2O$.

Cependant la lame de quartz est transparente jusqu'à 2302 Å et la pellicule jusqu'à 2805 Å (¹).

De plus, si l'on chauffe à l'air libre, jusqu'à 80° environ, des pellicules de cholestérine préalablement irradiées, on constate que l'effet photographique ne se produit plus; avec l'ergostérine, l'effet est seulement très atténué. Le même résultat est obtenu si l'on soumet les stérols irradiés à une lampe à infrarouge.

Ces résultats ne concordent pas avec l'hypothèse d'une phosphorescence des stérols produits par l'ultraviolet, mais ils viennent à l'appui, au contraire, de l'explication donnée par certains auteurs qui font intervenir la formation de corps gazeux produits par les stérols, à la suite de l'irradiation.

Quoi qu'il en soit de leur explication, ces phénomènes se reproduisent identiquement si, au lieu d'ultraviolet, on emploie les rayons X ou le rayonnement du radium. Il a fallu une dose de rayons X égale à 5000 R environ, sous filtre et avec une pénétration de 20cm d'étincelle équivalente, ou une exposition de trois jours au voisinage immédiat d'un appareil à sels collés de 10mg de bromure de radium pour qu'un échantillon de cholestérine agisse, après irradiation sur la plaque photographique, avec autant d'intensité qu'après l'exposition à l'ultraviolet.

Ainsi les rayons X et le rayonnement du radium donnent aux stérols la photo-activité comme l'ultraviolet, tandis que l'infrarouge et le chauffage au bain-marie s'opposent à l'action des radiations de courte longueur d'onde.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'activité photochimique de divers stérols et sur la nature de leur action.* Note de MM. **L. Hugounenq** et **E. Couture**, présentée par M. A. Desgrez.

Poursuivant nos recherches sur l'action photochimique des stérols, nous avons constaté que, parmi les produits non soumis à une irradiation méthodique, mais seulement exposés à la lumière diffuse du laboratoire, seuls les stérols de l'huile de foie de morue, du Bombyx et de la levure de bière, impressionnent la plaque photographique, le produit étant en contact direct avec la couche sensible. Toutefois, le stérol de l'huile de foie de morue a

(¹) Les mesures spectrographiques ont été effectuées par M. Nogier, que nous remercions ici.

perdu son activité après un séjour de deux mois à l'obscurité complète. Se sont montrés inactifs, après exposition à la lumière diffuse, les stérols de diverses origines, telles que : huile d'œuf, harengs frais ou saurs, ergot de seigle, escargot, sang et cerveau de bœuf, calculs biliaires. L'acétate de cholestérol (Bombyx) s'est également montré inactif.

Après insolation d'une durée de un mois sous une mince membrane de cellophane, nous avons obtenu des résultats positifs avec les stérols extraits du sang de bœuf, de la substance grise du cerveau humain et de la poudre d'ergot de seigle. L'insolation avait intensifié l'activité photochimique des stérols d'huile de foie de morue et de la levure. Sont restés inactifs, après insolation, les stérols du cerveau de bœuf, de l'huile d'œuf, de hareng et des calculs biliaires. Soumettant ces divers échantillons à l'action d'une lampe à mercure, pendant une demi-heure, à la distance de 60^{cm} (solutions dans l'alcool à 95°, température +18°, même concentration), nous avons constaté des résultats du même ordre.

Dans une seconde série d'expériences, au lieu de disposer les produits directement en contact avec la couche sensible, nous avons à l'aide de divers dispositifs soumis la plaque photographique à l'action des stérols placés à des distances variables (de 3^{mm} à 6^{cm}). Seuls les stérols de l'huile de foie de morue, irradiés pendant une demi-heure ou insolés pendant un mois, ont impressionné la plaque, même quand ils étaient disposés verticalement en face de celle-ci.

L'activité photochimique est accélérée et intensifiée par l'élévation de la température jusqu'à 40° et la présence d'un oxydant, tel que le borate de manganèse. Elle ne s'exerce pas à travers une lame de quartz transparent.

Ajoutons que l'indol et le scatol exposés à la lumière manifestent, eux aussi, au cours de la résinification qu'ils subissent, une activité photochimique comparable à celle des stérols.

La photo-activité des stérols ne paraît pas être sous la dépendance d'un phénomène d'ordre physique. Nous croyons pouvoir la rattacher à une réaction chimique. En effet, nous avons pu constater que les stérols activés par exposition à la lumière ou par irradiation prennent une teinte jaune et dégagent, à la température ordinaire, un produit volatil, lourd qui réduit l'azotate d'argent ammoniacal et colore en rose le réactif de Schiff, ce qui indique la présence d'une aldéhyde. La présence de l'oxygène actif a été constatée par la mise en liberté de l'iode de l'iodure de potassium acidifié par l'acide sulfurique (15 pour 100), suivant la méthode Kingzeff; mais nous n'avons pu déceler trace d'eau oxygénée.

Ces caractères nous autorisent à penser qu'au cours de l'insolation ou de l'irradiation à l'air libre, certains stérols donnent des ozonides, grâce à la double liaison existant dans leur molécule.

CHIMIE MINÉRALE. — *Complexes dérivés de l'acide triazine-tricarboxylique.* Note de MM. **Paul Pascal** et **René Lecuir.**

L'un de nous [1] a déjà montré que le noyau triazinique, soupçonné par certains dans les ferro- et ferricyanures, était générateur de complexes, particulièrement au départ de ses produits de substitution carboxylés. Nous nous proposons de donner ici une idée d'ensemble des principaux résultats obtenus.

L'addition d'un sel métallique à une solution de triazine-tricarboxylate de potassium $C^3N^3(CO^2K)^3$ donne lieu généralement à la production d'un précipité, soluble au début dans l'excès de sel alcalin; on constate en même temps l'apparition de teintes très vives et tout à fait inattendues; les caractères analytiques du métal lourd correspondant s'atténuent ou disparaissent. Nous avons montré que ces anomalies étaient dues à la formation d'ions complexes du type $\{M[C^3N^3(CO^2)^3]^2\}$ qu'on peut écrire pour simplifier : $[M(CNCO^2)^6]$.

Trois processus différents peuvent être utilisés dans cette étude :

1° Quand on arrête l'addition du sel de métal lourd au moment où le précipité cesse de se redissoudre dans l'excès de sel alcalin, on observe généralement, au bout de quelques minutes ou de quelques heures, la précipitation de cristaux microscopiques ou de flocons vivement colorés, dus à la réaction du complexe sur ses produits d'hydrolyse. On sépare ainsi les sels mixtes peu solubles :

$$[Fe''(CN\,CO^2)^6]^2\,Fe''K^6,\ 24H^2O,$$

cristaux violet gris foncé, donnant une solution rouge vineux;

$$[Mn''(CN\,CO^2)^6]\,Mn''K^2,\ 6H^2O,$$

cristaux jaune d'or très peu solubles;

$$[Cr'''(CN\,CO^2)^6]^2\,Cr'''K^3,\ 40H^2O,$$

---

(1) *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1850.

fins cristaux chatoyants d'un violet gris clair;

$$[Co'''(CN\,CO^2)^6]^2.Co'''K^3,\ 24H^2O,$$

cristaux violet pâle, quand on part d'une solution d'un sel cobalteux additionné d'eau oxygénée;

$$[Fe'''(CN\,CO^2)^6]Fe'''K^3,\ 3[Fe'''(CN\,CO^2)^6]K^3,\ 40H^2O,$$

cristaux microscopiques d'un jaune orangé.

La formation des sels analogues du nickel et du cobalt bivalent

$$[Ni(CN\,CO^2)^6]Ni''K^2,\ H^2O \quad \text{et} \quad [Co''(CN\,CO^2)^6]^2Co''K^6,\ 8H^2O,$$

respectivement vert clair et chamois clair, est toujours précédée par la précipitation de sels non potassiques que nous allons décrire.

2° Quand on verse la solution du sel de potassium dans celle du métal lourd, de façon à laisser toujours un excès de celui-ci, on arrive à déplacer généralement tout le métal alcalin des complexes précédents; on obtient ainsi :

$$[Fe'''(CN\,CO^2)^6]Fe''',\ 24H^2O \quad \text{et} \quad [Co''(CN\,CO^2)^6]Co''^2,\ 9H^2O,$$

tous deux en cristaux chamois;

$$[Ni(CN\,CO^2)^6]Ni^2,\ 4H^2O,$$

de couleur vert d'eau, et bien exempt du sel mixte déjà signalé.

Il est impossible, en partant des sels de manganèse ou de chrome, d'avoir autre chose que les sels mixtes précédents.

3° Enfin, en opérant au contraire en solution saturée, contenant un grand excès de sel alcalin (10^{mol} par exemple, au moins, pour une de sel de métal lourd), on obtient parfois des sels complexes purement alcalins, assez solubles, et qu'il faut séparer par addition ménagée d'alcool.

Tels sont les complexes : $[Fe''(CNCO^2)^6]K^4$ couleur lie de vin et $[Fe'''(CNCO^2)^6]K^3$, $20H^2O$ en cristaux jaune orangé clair.

La précipitation des solutions de sels cobalteux nous a fourni un exemple d'isomérie assez curieuse qui mérite d'être signalé. En opérant en liqueur concentrée, la solution jaune brunâtre initiale laisse déposer successivement les sels déjà signalés : $[Co''(CNCO^2)^6]Co''^2$, $9H^2O$, chamois, et

$$[Co''(CNCO^2)^6]^2Co''K^6,\ 8H^2O,$$

chamois clair; elle vire en même temps au rose rougeâtre, perd encore un peu de sels basiques qui n'ont pu être identifiés, et le liquide restant prend une réaction acide.

Alors apparaissent lentement sur les parois du vase des croûtes cristallines rose vif, dont la composition pondérale est rigoureusement celle du précipité chamois du début. Il est d'ailleurs facile d'obtenir ce sel rose en maintenant le précipité chamois au contact d'un liquide faiblement acide; sa transformation est presque instantanée.

Le phénomène n'est pas dû à la production de l'isomère stéréochimique que l'on pourrait prévoir, bien qu'il soit peu en accord avec la théorie des tensions de Baeyer; nous avons pu vérifier en effet que le sel rose contient des radicaux triaziniques, mais surtout des radicaux oxaliques et ammonium. Il s'agit donc d'une hydrolyse interne de la chaîne triazinique carboxylée, si peu stable dans ces composés, avec formation du sel complexe double du cobalt et de l'ammonium : $[Co''(CNCO^2)^6]Co''^2 + 9[Co''(C^2O^4)^2](NH^4)^2$.

Il est assez curieux que cette hydrolyse ne fasse appel qu'aux molécules d'eau de cristallisation, et s'arrête en chemin quand cette réserve a été tout entière utilisée.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les carbonates organomagnésiens mixtes vrais.* Note (1) de M. **D. Ivanoff**, transmise par M. V. Grignard.

M. Grignard (2) a démontré que les dérivés organomagnésiens fixent l'anhydride carbonique et qu'il se forme le complexe R.CO.O.MgX, qui est appelé couramment *carbonate organomagnésien mixte*. Cette dénomination vient certainement du fait que ces combinaisons sont dérivées de l'anhydride de l'acide carbonique. La structure de ces corps répond au schéma (I) et elle n'est pas identique à celle des dérivés de l'acide carbonique. Les vrais carbonates organomagnésiens mixtes doivent avoir la constitution (II)

```
        R                 OR
        |                 |
(I)     C=O      (II)     C=O
        |                 |
        OMgX              OMgX
```

J'ai pu obtenir assez facilement ces derniers corps à partir des alcoolates organomagnésiens mixtes et de l'anhydride carbonique; la dénomination carbonates organomagnésiens mixtes pour les combinaisons de formule (I)

(1) Séance du 24 juin 1929.
(2) *Ann. Chim. phys.*, **24**, 1901, p. 454.

est inexacte et doit être abandonnée. Tout au plus, pourrait-on appeler ces corps des *carboxylates magnésiens mixtes,* mais il est bien plus logique de les dénommer comme *sels magnésiens mixtes;* par exemple,

$$C^2H^5CO.O\,Mg\,Br$$

est le *propionate* (ou *propanoate*) *bromomagnésien.* Les carbonates vrais [formule (II)] peuvent alors conserver leur véritable nom de *carbonates organomagnésiens mixtes;* par exemple,

$$C^2H^5O.CO.O\,Mg\,Br$$

sera le *carbonate éthylbromomagnésien*. ou l'*éthylcarbonate bromomagnésien.*

Pour préparer lesdits carbonates je suis parti en général de $\frac{2}{10}$ de molécule-gramme du réactif de Grignard correspondant qui est oxydé avec de l'oxygène moléculaire en vase fermé et à 0° ([1]), puis l'alcoolate mixte est soumis à l'action du gaz carbonique à la même température et toujours en vase fermé ([2]). Pendant ces opérations le ballon est constamment agité à la main. La carbonatation au commencement se fait assez vite, mais vers la fin le carbonate solide formé enrobe une partie de l'alcoolate et il est utile de temps en temps d'ouvrir le ballon et de brasser la masse au moyen d'une baguette. De cette façon on arrive à réaliser une carbonatation complète en employant une molécule de gaz carbonique pour une molécule d'alcoolate.

Ainsi ont été préparés les carbonates correspondant aux hydrocarbures halogénés suivants : C^2H^5Br, n-C^3H^7Br, iso-C^3H^7Br, n-C^4H^9Cl, n-C^4H^9Br, iso-C^4H^9Br, iso-$C^5H^{11}Br$, $C^6H^5CH^2Cl$ et $C^6H^{11}Br$.

Les carbonates des alcoolates magnésiens primaires sont des poudres blanches peu solubles dans l'éther, tandis que ceux des alcoolates magnésiens secondaires sont pâteux. Ces corps traités par l'eau donnent l'alcool correspondant qui s'extrait facilement à l'éther et un hydrocarbonate de magnésium. Si l'hydrolyse s'effectue avec un acide minéral, il se forme toujours l'alcool et il se dégage du gaz carbonique. Par conséquent, ils contiennent un groupe alcoxyle et le résidu de l'acide carbonique et leur constitution ne peut être que celle exprimée par la formule (II).

Comme il est dit plus haut, les carbonates organomagnésiens mixtes sont peu solubles dans l'éther, mais par contre ils sont très solubles dans les alcools (CH^3OH, C^2H^5OH, n-C^4H^9OH), dans le phénol, la pyridine et

---

(1) IVANOFF, *Bull. Soc. chim.*, 39, 1926, p. 47.

(2) *Ibid.*, 37, 1925, p. 287.

l'aniline. Dans les mêmes corps se dissolvent aussi les carboxylates organomagnésiens mixtes. Ces solutions, vraisemblablement, peuvent être utilisées pour déterminer leurs poids moléculaires, ce que j'ai l'intention de faire.

Je continue l'étude des carbonates et l'action de l'anhydride sulfureux et du sulfure de carbone sur les alcoolates organomagnésiens mixtes.

MÉTÉOROLOGIE. — *Relation entre les titres en ozone de l'air du sol et de l'air de la haute atmosphère.* Note de MM. **A. Lepape** et **G. Colange**, présentée par M. Ch. Fabry.

Au cours de recherches poursuivies actuellement à l'Observatoire de Trappes et au Collège de France sur la composition chimique de la moyenne atmosphère nous avons été amenés à comparer des dosages d'ozone faits avant la guerre à Paris au Parc Montsouris (1) avec les études actuelles sur la couche d'ozone découverte dans la haute atmosphère par MM. Fabry et Buisson (2).

La teneur en ozone au sol a été mesurée en faisant passer une grande quantité d'air dans une solution d'arsénite de potassium et d'iodure de potassium. Les chimistes de l'Observatoire de Montsouris ont effectué un dosage par jour de 1875 à 1908. Ils ont trouvé une teneur en ozone variant de 1 à 2^{mg} pour 100^{m^3} d'air. Si nous supposions cette proportion constante dans toute l'atmosphère, elle correspondrait dans les conditions normales à une couche d'ozone de 1 à 2 centièmes de millimètre d'épaisseur, en employant le langage des spectroscopistes.

Ces derniers ayant trouvé que l'épaisseur de la couche est de 2 à 3^{mm} on voit que la teneur est beaucoup plus élevée dans la haute atmosphère qu'au sol.

Nous avons cependant remarqué que les deux séries de résultats sont étroitement liées. En effet les chimistes indiquent une variation annuelle de la teneur en ozone avec un maximum au printemps et un minimum en automne; c'est exactement ce qu'ont trouvé les physiciens qui font des dosages quotidiens sous la direction de M. Dobson (3).

C'est ce qu'indique très nettement le tableau suivant :

---

(1) *Annuaire de l'Observatoire de Montsouris*, de 1875 à 1900; *Annales de l'Observatoire municipal* de 1900 à 1909.

(2) *Journal de Physique*, 5e série, 3, 1913, p. 196.

(3) *Proceedings of the Royal Society*, 122, 1929, p. 456.

Mois.	Basse atmosphère en milligrammes pour 100$^{m^3}$ d'air.	Haute atmosphère en millimètres d'épaisseur.
Janvier	1,4	2,93
Février	1,6	2,93
Mars	1,7	3,02
Avril	1,9	3,01
Mai	2,2	3,06
Juin	2,2	2,82
Juillet	2,1	2,72
Août	2	2,49
Septembre	1,7	2,46
Octobre	1,5	2,28
Novembre	1,3	2,29
Décembre	1,4	2,55

Dans la première colonne se trouvent les moyennes mensuelles des dosages effectués à Montsouris pendant 28 ans (1877-1904), dans la deuxième colonne les moyennes mensuelles des mesures effectuées en 1927 à Arosa ([1]). Si l'on admet que les couches d'air de la haute atmosphère ne se mélangent que très lentement avec la troposphère, il semble que l'ozone doive exister en proportion appréciable dans les couches inférieures de la stratosphère.

Dans cette hypothèse les mesures ([2]) sur l'altitude de la couche d'ozone (40 à 50^{km}) n'indiqueraient qu'un maximum de la teneur en ozone, laquelle dans la stratosphère entière serait beaucoup plus élevée qu'au voisinage du sol. Le rapprochement entre des recherches effectuées à des lieux et à des époques différentes montre également l'intérêt considérable qu'il y aurait à effectuer dans une même station et en même temps des dosages chimiques et des dosages spectroscopiques afin de voir s'il est possible de trouver des relations plus étroites entre les hautes couches de l'atmosphère et l'air du sol. En opérant ainsi on pourrait également éclaircir les relations entre la teneur en ozone et les phénomènes météorologiques, relations qui avaient déjà été envisagées ([3]) par les chimistes de l'Observatoire de Montsouris.

([1]) *Loc. cit.*, note (3) de la page précédente.

([2]) Cabannes et Dufay, *Journal de Physique*, 6e série, **8**, 1927, p. 125.

([3]) Henriet et Bonyssy, *Comptes rendus*, **146**, 1908, p. 977; *Annales de l'Observatoire municipal*, **9**, 1908, p. 167.

PHYSIQUE COSMIQUE. — *Sur la nature des rayons ultrapénétrants (rayons cosmiques)*. Note de MM. **Pierre Auger** et **D. Skobelzyn**, présentée par M. Jean Perrin.

Une nouvelle méthode pour l'étude de l'absorption des rayons corpusculaires rapides a été établie récemment par Bothe et Kolhörster. Appliquée aux rayons ultrapénétrants qui arrivent des parties supérieures de l'atmosphère (Höhenstrahlung), elle les a conduits à la conclusion suivante : « Cette radiation, au moins en tant qu'elle se manifeste dans les phénomènes observés jusqu'ici, est du type corpusculaire et non du type γ. » Si l'on doit entendre par là que les rayons corpusculaires qui manifestent leur présence par l'ionisation dans les couches inférieures de l'atmosphère sont primaires, et qu'il n'existe pas de radiation électromagnétique du type γ leur donnant naissance à différents niveaux de sa pénétration, cette conclusion s'accorde mal avec un phénomène découvert récemment par l'un de nous (1) au cours de recherches utilisant la méthode des détentes.

Cette étude a en effet mis en évidence la cause immédiate de l'ionisation attribuée aux rayons ultrapénétrants. Ce sont des rayons β très rapides, dont l'énergie est un multiple élevé de celle des rayons β des corps radioactifs, et dont les trajectoires, non déviées par un champ magnétique de 1500 gauss, se sont montrées dans 27 opérations de détente sur 613.

Deux hypothèses se présentent, au sujet de leur origine : 1° Ces rayons sont primaires, comme le supposent Bothe et Kolhörster, et arrivent directement des espaces cosmiques, ou au moins de la haute atmosphère. 2° Il existe une radiation non directement ionisante, disons ultra-γ, qui donne naissance aux rayons β secondaires observés. Nous allons montrer que certaines particularités des observations citées plus haut ne s'accordent bien qu'avec cette seconde hypothèse.

Il s'agit de l'apparition fréquente (4 fois sur 27 cas) de plusieurs rayons ultra-β simultanés, dans une même opération de détente. Les trajectoires, au nombre de deux ou trois, sont peu distantes les unes des autres, et de directions voisines. Ces trajectoires, qui ne sont évidemment pas indépendantes, pourraient être celles d'un rayon β primaire, et d'un rayon secondaire produit par le premier en un point de son parcours. Mais cette

(1) Skobelzyn, *Naturwiss.*, 17, 1929, p. 271; *Zts. f. Phys.*, 54, 1929, p. 686.

éventualité paraît hautement improbable, vu les directions très rapprochées des deux trajets. Il faut alors admettre l'existence de rayons primaires d'une autre nature, qui ont produit les rayons observés dans une région voisine des appareils. L'interprétation des faits observés devient facile, si cette radiation primaire est du type ultra-γ, et produit des électrons rapides par effet Compton.

Il est à remarquer, en effet, que dans la diffusion d'un rayon γ très dur, l'électron projeté et le quantum diffusé sont émis dans des directions très voisines de celle du quantum primaire ([1]).

Les deux trajectoires s'accompagneront sur un assez long parcours, et lorsque le quantum sera diffusé une seconde fois, ce qui peut se produire avec une probabilité suffisamment élevée après un parcours réduit par suite de l'abaissement de fréquence qu'il a subi ([2]), les trajectoires du nouvel électron de Compton et de l'ancien peuvent alors être proches l'une de l'autre, et de direction voisine. Les caractères des trajectoires multiples effectivement observées étant justement ceux-là, on doit considérer ce fait comme un appui solide à l'hypothèse du rayonnement γ primaire ([3]).

Dans les expériences de Bothe et Kolhörster, deux compteurs à pointe de Geiger sont placés l'un au-dessous de l'autre. L'excitation simultanée des deux détecteurs est attribuée à leur traversée par un même rayon corpusculaire. On voit que le phénomène signalé ici introduit une certaine complication dans l'interprétation des coïncidences observées. Bothe et Kolhörster déduisent de leurs expériences que ces rayons ultra-β ont un pouvoir pénétrant analogue et même peut-être identique à celui de la radiation cosmique. Il est à remarquer que, d'après le calcul de l'un de nous, les composantes les plus pénétrantes de la radiation ultra-γ produisent par effet

---

([1]) D'après les nouveaux résultats de Klein-Nishina, on aurait pour la composante la plus pénétrante des rayons ultra-γ : $\lambda = 0{,}013$ U. X (le nombre 0,018 indiqué dans le travail cité provient d'une erreur). Pour cette fréquence (soit ν), on peut calculer que l'énergie moyenne des électrons de Compton est $E = 0{,}85\, h\nu$. Cela correspond à un angle de diffusion de $4^{\circ},5$ pour le quantum, et un angle de projection de $0^{\circ},8$ pour l'électron.

([2]) Le coefficient d'absorption du quantum diffusé est par exemple d'environ $0{,}2\, m^{-1}$ dans l'eau. Le parcours réel de l'électron de recul semble être de l'ordre de $8\, m$ dans ce milieu.

([3]) Dans le travail situé plus haut, l'un de nous a supposé que les rayons β associés provenaient d'un même centre d'émission. L'interprétation donnée ici avait échappé à l'auteur, mais convient évidemment à l'ensemble des résultats. L'hypothèse d'une action sur les noyaux paraît d'ailleurs insuffisante pour des raisons de probabilité.

Compton des rayons β dont le pouvoir pénétrant peut dépasser celui des composantes les moins pénétrantes de cette même radiation.

Le coefficient d'absorption $\left(\frac{\mu}{\rho} = 3,6 \cdot 10^{-3}\right)$ indiqué par Bothe et Kolhörster semble en accord, au moins pour l'ordre de grandeur, avec les résultats de ce calcul.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les Foraminifères enveloppants des oolithes et des pisolithes.* Note de M. **Louis Dangeard**, présentée par M. L. Cayeux.

Les oolithes et les pisolithes trouvées dans des terrains sédimentaires d'âges divers, ont fourni de nombreux restes d'organismes dont les principaux sont les suivants : 1° Débris coquilliers, fragments de tiges d'Encrines, Foraminifères, etc., servant souvent de noyaux autour desquels se sont déposées les couches concentriques; les débris coquilliers peuvent être traversés par de multiples Algues perforantes (1); 2° organismes enveloppants; 3° traces attribuables sans doute à des Bactériacées (2).

Des organismes enveloppants ont été signalés et étudiés anciennement par Wethered (3) et par Bleicher (4). Récemment, M. J. de Lapparent, en les signalant dans le calcaire oolithique carbonifère du Boulonnais, dans les faciès oolithiques du Calcaire coquillier de Lorraine et d'Alsace, dans l'oolithe bathonienne d'Alsace, les attribuait avec doute aux Algues (5).

Cependant, Gaub, dans une série de Notes qui ne semblent pas avoir attiré l'attention en France, a décrit et figuré un Foraminifère enveloppant bien caractérisé, trouvé dans le Jurassique d'Allemagne et dénommé par lui *Ophthalmidium oolithicum* (6).

Les observations suivantes montrent que les Foraminifères enveloppants

---

(1) L. Cayeux, *Existence de nombreuses traces d'Algues perforantes dans les minerais de fer oolithiques de France* (*Comptes rendus*, 158, 1914, p. 1539).

(2) L. Dangeard, *Sur les Bactériacées des minerais de fer oolithiques* (*Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1616).

(3) Wethered, *The formation of Oolithe* (*Q. J. G. S.*, 55, 1895, p. 196).

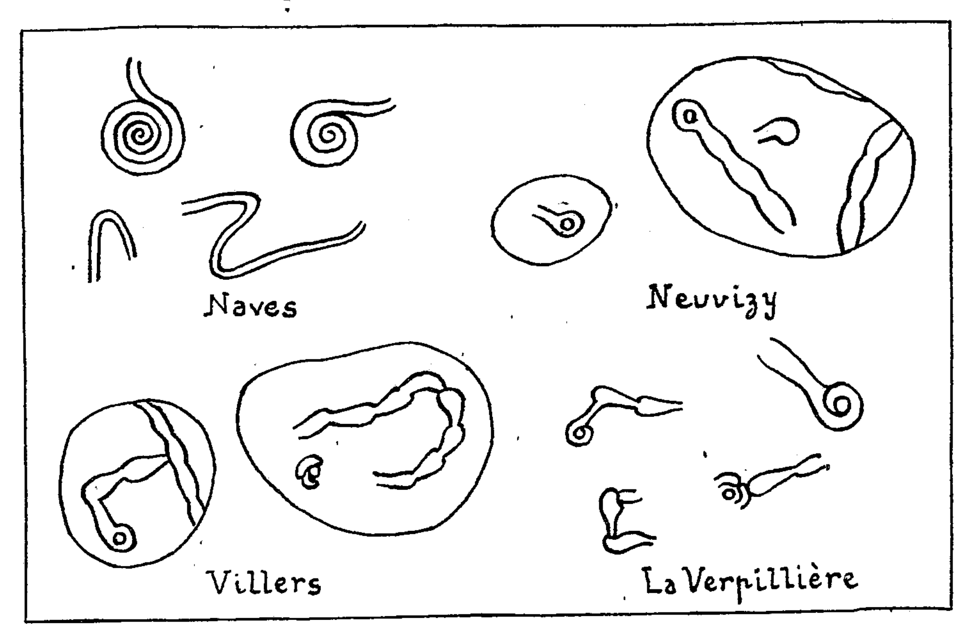
(4) Bleicher, *Sur la structure microscopique des oolithes du Bathonien et du Bajocien de Lorraine* (*Comptes rendus*, 114, 1892, p. 1138).

(5) J. de Lapparent, *Leçons de Pétrographie*, Masson, 1923, p. 285, 288, 337.

(6) F. Gaub, *Die jurassischen Oolithe der Schwäbischen Alb.* (*Neues Jahrb. für Min.*, 2, 1908, p. 87).

tiennent souvent une place importante dans les oolithes tant ferrugineuses que calcaires. Je n'examinerai pas, dans cette Note, le rôle que peuvent jouer les organismes enveloppants autres que les Foraminifères et les organismes perforants.

a. Les grosses concrétions ferrugineuses, à structure concentrique, du Lias supérieur de Naves (Ardèche), montrent, à la surface de plusieurs feuillets, de nombreux tubes contournés, vermiformes, dont l'extrémité est souvent enroulée en spirale (voir figure). On observe également des colo-



nies de Bryozoaires. Certains de ces tubes semblent bien appartenir à des Foraminifères voisins de *Hyperammina* (*Astrorhizidæ*) et de *Ammodiscus* (*Lituolidæ*). Notons que Haeüsler a signalé ces deux genres dans le Jurassique de Suisse [1].

Les mêmes tubes contournés, vermiformes, s'observent sur les pisolithes du Bajocien de Bayeux.

b. Les oolithes ferrugineuses de l'Oxfordien de Neuvizy (Ardennes) montrent, appliqués à la surface de différentes écailles, des tubes courbes, non cloisonnés, renflés en chambres ayant une longueur de $0^{mm},2$ en

---

(1) Haeüsler, *Notes on some Upper Jurassic Astrorhizidae and Lituolidae* (*Q. J. G. S.*, 39, 1883, p. 25).

moyenne; la section de ces tubes est aplatie ou concave vers le centre de l'oolithe et renflée de l'autre côté. Les tubes débutent par une partie arrondie, contenant généralement une première loge globuleuse de 0mm,05 de diamètre (voir figure). Ce Foraminifère ressemble beaucoup à l'*Ophthalmidium* décrit par Gaub, tout en différant des espèces actuelles d'*Ophthalmidium* (*Miliolidæ*) étudiées par Brady [1].

J'ai observé de beaux échantillons de Foraminifères semblables (voir figure) dans des oolithes calcaires (Bathonien de Lorraine, Oxfordien de Villers, Calvados, Jurassique de Champvans-les-Dôle, Jura) et dans de très nombreuses oolithes ferrugineuses (Lias supérieur de La Verpillière, Isère, Bajocien de Bayeux, Calvados, Callovien de Doux, Deux-Sèvres, Oxfordien de Neuvizy, de Villers, de Saint-Julien-Clenay, Côte-d'Or). La liste des gisements pourra, sans aucun doute, être considérablement augmentée.

Les premières loges de ces Foraminifères montrent souvent de grandes variations dans le mode d'enroulement et dans la forme et il est possible que plusieurs types soient représentés dans cette faune si particulière des oolithes.

Les Foraminifères enveloppants pullulent dans les oolithes; ils ont une répartition géologique et géographique considérable. On les observe dans des oolithes ayant moins de 1mm de diamètre de même que dans des pisolithes ayant plusieurs centimètres de longueur. Dans une même oolithe ils sont appliqués à la surface de nombreuses écailles. Ils cimentent parfois deux oolithes faisant partie d'une oolithe composée.

Leur étude est donc importante. Elle contribue à nous documenter sur les conditions du milieu dans lesquelles les oolithes et les pisolithes se sont formées.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *L'état de jeûne, condition nécessaire, mais non suffisante, de la conjugaison expérimentale de l'Infusoire* Glaucoma scintillans. Note de M. **Édouard Chatton** et Mme **M. Chatton**, présentée par M. F. Mesnil.

Nous avons reconnu comme simultanément nécessaires quatre conditions de la conjugaison du *Glaucoma scintillans* : A, trois conditions générales

(1) Brady, *Report on the Foraminifera* (*Scient. Results, Challenger, Zoölogy*, 9, 1884, p. 188).

dont deux biologiques, la crise culturale et le délai zygogène (temps nécessaire à la flexion sexuelle) et une physique : pH maximal = 8,00; B, une condition spéciale : nature de l'agent zygogène Nous attachant à préciser la nature et le mode d'action de chacun de ces facteurs, nous avons montré récemment ici que les facteurs de la catégorie B ($CaCl^2$, Fe^2Cl^3, acide pyruvique) ont une action directe indépendante de celle des bactéries puisqu'ils agissent aussi bien en cultures léthobactériennes qu'en cultures sur bactéries vivantes. Le but de cette Note est de chercher à préciser l'une des conditions de la catégorie A, la crise trophique ou crise culturale. C'est l'état de la culture défini par le fait que les Infusoires ont cessé de se nourrir et de se multiplier. Il s'établit dans nos cultures entre le quatrième et le cinquième jour. A partir de ce moment, les Infusoires survivent encore une quinzaine de jours en diminuant progressivement de nombre et de taille. Nous considérions, au début de nos recherches, cet état d'inanition des Ciliés comme dû pour une part au défaut d'aliment, pour une autre part à une intoxication par leurs déchets et ceux des bactéries. Nous avons acquis, depuis, la certitude que, seul, le défaut d'aliment est ici en cause. On provoque, en effet, une nouvelle poussée infusorienne par l'apport d'aliment bactérien. Des poussées infusoriennes secondaires peuvent aussi se produire dans des cultures non rechargées, quand une poussée bactérienne secondaire s'effectue elle-même aux dépens des Infusoires morts du fait de la crise.

Les deux autres conditions générales (délai zygogène et pH convenable) étant réalisées, ce n'est jamais qu'à partir du moment où la culture entre en inanition que les agents zygogènes spécifiques exercent leur action. Même ajoutés au milieu en même temps que l'ensemencement du complexe Cilié-Bactérie, ils ne manifestent en rien leur influence tant que dure la poussée infusorienne. Mais, dans ces conditions, et chaque fois d'ailleurs qu'ils sont présents dans le milieu depuis un temps tel que le délai zygogène soit révolu quand débute la crise, les premiers couples coexistent avec les dernières scissions. A en juger d'après leur taille, les conjugants sont toujours des individus qui ne se sont point accrus depuis leur dernière division. Quand des poussées infusoriennes secondaires se produisent dans la culture, elles empêchent l'apparition d'une « épidémie » de conjugaison imminente, ou arrêtent le développement d'une épidémie déclarée. Tout se passe donc comme s'il y avait inhibition de la zygose par la nutrition ou la multiplication.

Les deux conditions générales A étant réalisées, la présence du facteur

spécifique détermine toujours la zygose au moment de la crise trophique. Il s'agit de savoir si cette sensibilité des Infusoires aux facteurs spécifiques se prolonge aussi longtemps que ceux-ci survivent à la crise trophique ou si elle est limitée au temps même de son installation. Quoique les apparences soient presque toujours en faveur du deuxième terme de l'alternative, c'est le premier qui correspond à la réalité. Le résultat dépend des conditions de l'expérience. Quand le facteur spécifique est introduit avant la crise (compte tenu du délai zygogène), la zygose apparaît dans la culture, à la fois massive et éphémère (jusqu'à 80 pour 100 de couples pendant une vingtaine d'heures), puis cesse complètement. La même zygose massive et éphémère est déterminée, au terme du délai zygogène, par l'introduction du même facteur un temps quelconque après la crise. Ici l'action des facteurs spécifiques est très passagère parce que les Ciliés neutralisent rapidement l'acidité produite ou développée par les facteurs zygogènes. Par contre, le glucose, qui n'est pas actif par lui-même, mais qui agit par les produits de sa fermentation, détermine une zygose prolongée, une zygose chronique parce qu'il laisse diffuser, au fur et à mesure de sa dégradation, le facteur spécifique, en maintenant le pH dans la zone convenable. Les Ciliés restent donc aptes à la zygose bien après l'installation de la crise trophique.

Ces constatations vont à l'encontre de la thèse selon laquelle c'est, non point l'état de jeûne, mais le brusque passage d'un régime nutritif abondant à un régime déficient, qui induit les Ciliés à la conjugaison. D'ailleurs, toutes les expériences que nous avons faites pour déterminer la zygose par ce moyen différentiel (transport par centrifugation d'une culture d'un milieu riche à un milieu pauvre ou à l'eau) sont restées négatives quand les deux autres facteurs généraux et le facteur spécifique faisaient défaut, mais on faisait apparaître les couples dès que ces trois conditions étaient réalisées.

Formulons nos conclusions tant positives que négatives :

1° La zygose n'est pas la conséquence d'une multiplication intense et prolongée (*contra* Bütschli).

2° Aucune des trois conditions internes essentielles de Maupas : sénescence, maturité eugamique, ascendance hétérogène n'est requise (cf. Paolo Enriques). Par contre, l'inanition donnée par Maupas comme simplement adjuvante, quoique utilisée par lui comme moyen de se procurer des couples, et dont l'importance a été affirmée par Paolo Enriques et Zweibaum contre Calkins, est toujours nécessaire.

3° L'inanition n'est jamais une condition suffisante. La nécessité de l'ac-

tion simultanée des trois autres facteurs : pH convenable, délai zygogène et facteur spécifique, explique les résultats inconstants de tous nos prédécesseurs et la tendance de la plupart d'entre eux à invoquer, comme Maupas, l'influence de causes internes (Konjugationstendenz de R. Hertwig, races conjugantes de Jennings, capacité et préparation à la zygose de Zweibaum). Il est tout à fait probable, d'ailleurs, que certains de ces facteurs, en particulier les facteurs spécifiques, varient avec les genres et les espèces d'Infusoires.

4° L'inanition agit en tant qu'état durable et non en tant que facteur différentiel (diminution brusque de l'aliment) (contrà Maupas, Paolo Enriques, Zweibaum).

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les ferments solubles sécrétés par les Champignons Hyménomycètes. Les constituants phénoliques des essences et la fonction antioxygène.* Note [1] de M. **L. Lutz**, présentée par M. L. Mangin.

Tout comme celle des tanins, la question du rôle biologique des huiles essentielles est des plus obscures et des plus controversées. Les travaux d'un certain nombre d'auteurs, entre autres ceux de Charabot, Laloue et Hébert ont bien montré que divers constituants des essences, notamment les alcools, subissent, au cours de l'existence de la plante, des modifications presque constantes, principalement des oxydations et des éthérifications, lesquelles sont maxima vers l'époque de la floraison. De plus, des diminutions du pourcentage des principaux de ces constituants après cette époque et lors de la formation des graines, ont conduit à admettre l'utilisation possible d'une partie au moins de ces huiles essentielles à la manière de substances de réserve.

La fréquence des phénomènes d'oxydation observés sur de nombreux constituants des essences m'a engagé à les opposer individuellement aux catalyses oxydo-réductrices provoquées par les myceliums vivants de Champignons Hyménomycètes, en vue de rechercher si l'oxydabilité de certains d'entre eux était suffisante pour en faire éventuellement, au sein de la cellule, de véritables antioxygènes.

La technique des essais consiste, comme à l'ordinaire, à incorporer les corps choisis à des milieux artificiels additionnés d'un test réductible (bleu de méthylène) dont les virages de teinte seront d'autant plus rapides et

(1) Séance du 24 juin 1929.

énergiques que le corps essayé sera lui-même plus nettement oxydé par les oxydases sécrétées par le Champignon ensemencé.

La première série d'expériences a été effectuée sur les constituants phénoliques des essences. On a ainsi utilisé :

1° Phénols à chaîne latérale saturée : métacrésol, paracrésol, thymol, carvacrol (1 OH libre); 2° diphénol à chaîne latérale saturée : créosol (2 OH libres); 3° phénol-éther de phénol (sans chaîne latérale non saturée) : gaïacol (1 OH libre); 4° phénol-éther de phénol (avec chaîne latérale non saturée) : eugénol (1 OH libre); 5° éthers de phénols (à chaîne latérale non saturée) : *a*. anéthol, méthyleugénol (plus d'OH libre); *b*. myristicine, apiol (plus d'OH libre, mais les 2 O des OH liés à un seul CH^3); 6° enfin un éther à fonction phénolique : salicylate de méthyle (1 OH libre).

Les Champignons choisis ont été : *Stereum purpureum*, *S. hirsutum* et *Coriolus versicolor*.

Il a été incorporé aux milieux nutritifs artificiels habituels : 1° du bleu de méthylène (I goutte de solution à 0,25 pour 100 par centimètre cube); 2° II gouttes de solution ou d'émulsion aqueuse à 1 pour 100 des divers composés à étudier, sauf pour le thymol et le carvacrol qui se sont montrés toxiques à cette dose et dont la proportion a été réduite à I goutte.

Après ensemencement, les tubes ont été abandonnés à la température du laboratoire.

Avec les corps possédant 1 ou 2 OH libres, la réduction du bleu de méthylène a été considérablement accélérée : le créosol en particulier a fourni une réaction remarquable d'intensité. Par contre, les éthers de phénols n'ayant plus d'OH libre (anéthol, méthyleugénol) n'ont manifesté qu'une action à peu près nulle. La myristicine et l'apiol pour lesquels les liaisons des 2 O des OH se fixent sur un seul CH^3, montrent à la longue une très légère activité, mais quand même de minime importance.

Quant à l'éther à fonction phénol (salicylate de méthyle), qui possède 1 OH libre, il se conduit comme les phénols non éthérifiés et accélère notablement les réactions de réduction.

Dans leur ensemble, les constituants phénoliques des essences, toutes les fois que leurs fonctions phénol ne sont pas éthérifiées, se conduisent comme les phénols ordinaires vis-à-vis des réactions d'oxydo-réduction provoquées par les ferments solubles sécrétés par les Hyménomycètes : ils dérivent sur eux-mêmes les actions oxydantes et laissent les réductrices s'exercer dans leur plénitude sur les autres corps moins oxydables. Ils jouent ainsi le rôle d'antioxygènes dans ce complexe de réactions.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Essais d'immunisation de l'homme au moyen d'une anatoxine du streptocoque scarlatineux.* Note de MM. G. **Ramon** et **Robert Debré**, présentée par M. Roux.

Sur les bases de la préparation de l'anatoxine diphtérique, établie par l'un de nous, nous avons préparé, en partant du filtrat de cultures du streptocoque scarlatineux, un produit qui possède les propriétés fondamentales d'une anatoxine (¹). Il en présente l'innocuité caractéristique; en effet, il peut être injecté à hautes doses sous la peau de l'homme, sans manifester cette nocivité bien spéciale qu'offre le filtrat du streptocoque scarlatineux pour le sujet humain réceptif. De plus, il est doué d'un pouvoir antigène intrinsèque spécifique, appréciable *in vito* au moyen de la réaction de floculation (²).

Avec cette anatoxine du streptocoque scarlatineux nous avons entrepris chez l'homme des essais d'immunisation active, en collaboration avec Mlle C. Petot.

Au cours de ces essais, trois échantillons d'anatoxine : A, B et C, ont été utilisés. Chacun d'eux provient d'un filtrat de streptocoques scarlatineux différents, obtenu en ensemençant les milieux de culture avec plusieurs souches Dick.

Les doses de formol utilisées pour transformer les filtrats en anatoxines ont varié entre 4 et 5^{cm^3} par litre; le séjour à l'étuve à duré, pour l'échantillon A, six semaines et 1 mois seulement pour les échantillons B et C. La valeur antigène intrinsèque de chacun de ces échantillons a été appréciée au moyen du sérum provenant d'un cheval traité par des bouillons de culture de streptocoques scarlatineux. L'échantillon A flocule (floculation

(¹) Depuis la mise en évidence de l'anatoxine diphtérique, plusieurs expérimentateurs (en particulier Zoeller, Sparrow) ont fait agir, dans des conditions diverses, le formol et la chaleur sur le filtrat du streptocoque scarlatineux, et ont obtenu un produit que certains d'entre eux ont dénommé « anatoxine ». A vrai dire, ces filtrats formolés ne répondent pas exactement à la définition d'une anatoxine, faute, en particulier, de l'évaluation du pouvoir antigène intrinsèque. Nous-mêmes, ces derniers temps, en apportant quelques modifications à notre technique habituelle, avons préparé un antigène qui possédait encore un reste de la toxicité spécifique du filtrat non modifié et qui, de ce fait, ne méritait pas le nom d'anatoxine.

(²) G. Ramon, R. Martin et A. Lafaille, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1452, et *C. R. Soc. Biol.*, 99, 1928, p. 734.

initiale) avec $0^{cm^3},015$ de sérum et cette floculation est lente (50 heures), les échantillons B et C floculent avec $0^{cm^3},0225$ et cette floculation est plus rapide (floculation en 24 et 22 heures).

La technique des injections a été la suivante : première injection $0^{cm^3},5$ d'anatoxine, puis après un intervalle de trois semaines, deuxième injection de 1^{cm^3}, et enfin 15 jours après celle-ci, troisième injection de $1^{cm^3},5$ à 2^{cm^3}.

Seuls ont été soumis aux injections les sujets chez qui l'épreuve de Dick pratiquée au préalable s'est montrée positive (1) soit 171 enfants et 40 adultes, mais nous ne tiendrons compte ici que de 99 observations, concernant des sujets ayant reçu trois injections (ou exceptionnellement deux, l'épreuve de Dick effectuée chez quelques sujets après la deuxième injection s'étant révélée négative).

Les injections ont été bien supportées quel que soit l'échantillon d'anatoxine : nous avons seulement constaté une certaine rougeur locale, avec un gonflement plus ou moins marqué au point d'injection. Exceptionnellement, une réaction générale peu intense (fièvre passagère de 38° à 38°,5, sensation de fatigue).

Une épreuve de Dick, de contrôle, pratiquée en règle générale, vingt jours après la troisième injection, a permis de se rendre compte du pourcentage des individus qui, sous l'influence des injections d'anatoxine, ont acquis une immunité suffisante pour que cette épreuve soit négative. Les résultats ont été les suivants :

Avec l'anatoxine A : 11 sujets sur 13 ont reçu 3 injections; chez 2 seulement la réaction de Dick est devenue négative; 2 ont reçu une injection supplémentaire, chez un d'entre eux la réaction de contrôle a été douteuse (±).

Avec les anatoxines B et C : 86 sujets traités. Tous ont reçu 3 injections, sauf un, qui en a reçu 4; chez 76 d'entre eux, l'épreuve de contrôle a été absolument négative, chez 6 douteuse (±), chez 4 elle est restée positive.

Les différences de valeur antigène intrinsèque entre les deux catégories d'anatoxine (A d'une part, B et C d'autre part) qui nous avaient été révélées *in vitro* par la floculation, ont été parfaitement confirmées par les essais chez l'homme puisque, avec l'anatoxine A, on ne fait virer la réaction de

(1) Nous apprécions la réaction de Dick en nous soumettant aux règles générales établies par les auteurs américains, mais nous injectons dans le derme une dose double de celle proposée par G. H. et G. F. Dick, Robert Debré, Lamy et Bonnet, *C. R. Soc. Biol.*, 96, 1927, p. 244.

Dick que chez 3 sujets sur 13, alors qu'avec les anatoxines B et C, la réaction devient négative chez 76 sujets sur 86 ou (en tenant compte des virages incomplets) chez 80 sujets sur 86.

Ainsi avec des échantillons d'anatoxine de streptocoque scarlatineux possédant une valeur antigène intrinsèque (déterminée par la floculation) suffisamment élevée, nous avons pu réaliser chez l'homme, une immunité telle que la réaction de Dick devienne totalement négative chez 88,37 pour 100 des sujets, et totalement ou partiellement négative chez 93,02 pour 100. Il ne semble pas que l'on ait pu jusqu'à présent, avec une technique aussi simple, obtenir un tel pourcentage de résultats favorables.

L'avenir nous apprendra si l'immunité que nous avons ainsi conférée avec cette anatoxine du streptocoque scarlatineux est durable et surtout si elle constitue bien une immunité active vis-à-vis de la scarlatine.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Mécanisme de l'état réfractaire naturel des simiens inférieurs à l'égard du virus herpéto-encéphalitique.* Note de MM. C. **Levaditi** et P. **Lepine**, présentée par M. Roux.

Levaditi et Nicolau ([1]) ont montré que les simiens inférieurs, en général résistants au virus herpéto-encéphalitique inoculé dans l'encéphale, peuvent, par suite d'un fléchissement de l'état réfractaire naturel, contracter une encéphalite soit aiguë, soit chronique, et réaliser, dans ce dernier cas, une de ces « neuro-infections mortelles autostérilisables » décrites par Levaditi, Sanchis-Bayarri et Schoen ([2]). Poursuivant ces recherches ([3]) sur le *Cercopithecus callithrix*, et en nous servant de souches herpétiques humaines, nous avons prouvé qu'il était possible de réaliser ce fléchissement de l'état réfractaire naturel, en répétant les inoculations virulentes intracérébrales; tout se passe comme si le renouvellement de ces inoculations épuisait les moyens défensifs du névraxe.

Au cours de nos expériences, nous avons constaté cependant que certains callitriches résistaient indéfiniment à de multiples injections transcraniennes même de souches herpétiques ayant subi un ou plusieurs passages sur le singe, telle notre souche *NS*. Nous nous sommes demandé quel était le

([1]) Levaditi et Nicolau, *C. R. Soc. Biol.*, 90, 1924, p. 1371.
([2]) Levaditi, Sanchis-Bayarri et Schoen, *C. R. Soc. Biol.*, 98, 1928, p. 911.
([3]) Levaditi et Lépine, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 518.

sort du germe introduit dans le névraxe de ces simiens jouissant d'une immunité naturelle pour ainsi dire irréductible. Pour résoudre ce problème, nous nous sommes servi d'une méthode nouvelle (Lépine) consistant à pratiquer des ponctions cérébrales aspiratrices et à inoculer la masse aspirée à des animaux réceptifs. On peut ainsi suivre pas à pas l'évolution de l'infection.

Nous avons appliqué cette méthode à deux simiens, dont l'un, le *Macacus cynomolgus* n° 24, était réceptif d'emblée, et dont l'autre, le *Cercopithecus callithrix* n° 13, jouissait d'une immunité irréductible. Nous avons inoculé à ces deux simiens, par voie intra-cérébrale, une émulsion de notre souche herpétique *NS*. Voici les résultats obtenus :

Singe réceptif (*Macacus cynomolgus* n° 24). — Cinq ponctions cérébrales ont été pratiquées 24 heures, 48 heures, 3, 4 et 7 jours après l'inoculation, tantôt à gauche (hémisphère inoculée), tantôt à droite. Le produit aspiré a été inoculé chaque fois dans le cerveau d'un lapin. *Résultat :* seules les deux premières ponctions (24 et 48 heures) sont restées négatives ; toutes les autres ont fourni des résultats positifs, en ce sens que les lapins inoculés ont succombé à une encéphalite herpétique confirmée par des passages et des examens histologiques. Le *Macacus* n° 24 est mort le 9e jour avec des altérations typiques et intenses d'encéphalite herpétique ; son encéphale contenait une quantité considérable de virus.

Singe naturellement réfractaire (*Cercopithecus callithrix* n° 13). — Le 8 et le 22 janvier, le 1er, le 9 et le 21 février, injection sous-duremérienne de notre souche herpétique *NS*. L'animal résiste parfaitement. Le 25 mai, sixième inoculation, par la même voie, de la même souche. Trois ponctions ont été pratiquées le 3e, le 5e et le 9e jour, soit à partir du moment où l'encéphale du singe précédent s'était montré virulent. *Toutes ces ponctions sont restées totalement négatives.* L'animal a été sacrifié 17 jours après la dernière inoculation. *Son cerveau était totalement dépourvu d'altération herpétique* et fut incapable de conférer l'encéphalite au lapin.

Cette expérience prouve qu'introduit dans le névraxe d'un simien réceptif, le virus herpéto-encéphalitique, après une période d'hésitation durant 24 à 48 heures, se met à pulluler progressivement jusqu'à la mort de l'animal par encéphalopathie aiguë. Par contre, injecté dans le système nerveux d'un singe jouissant d'une immunité naturelle irréductible, le même virus subit une destruction rapide et totale. Le germe est annihilé, avant même qu'il ait eu le temps de produire des altérations histologiques appréciables.

Par quel mécanisme cette stérilisation du névraxe s'opère-t-elle chez les animaux naturellement résistants ? L'un de nous [Levaditi (1)] a montré que le *neurovaccin*, injecté dans l'encéphale des lapins ayant acquis l'immunité antivaccinale, y est détruit dès la deuxième heure et qu'il en est de

(1) Levaditi et Nicolau, *Annales de l'Institut Pasteur*, 37, 1923, p. 1.

même des *toxoplasmes* administrés par voie sous-duremérienne à des animaux réfractaires [Levaditi et Lépine ([1])]. Dans ces cas, la stérilisation du névraxe est intimement liée à la présence d'altérations chroniques traduisant le passage du virus dans le système nerveux; elle en est la conséquence, en ce sens que les éléments cellulaires constitutifs de ces lésions chroniques, éléments appartenant à la série microglique et lymphocytaire, représentent l'arme défensive prête à assurer la destruction du germe.

Il ne semble pas en être de même chez les simiens *naturellement réfractaires*. Ici nos expériences montrent que ni le sérum sanguin (Callitriche, n° 13), ni le cerveau (émulsion épaisse centrifugée) ne sont capables de neutraliser *in vitro* notre souche herpétique *NS*. Par ailleurs, l'encéphale, ainsi que nous l'avons dit, nous apparaît dépourvu de toute altération à caractère aigu ou chronique. Force nous est de conclure que *le mécanisme présidant à la destruction du virus chez les simiens jouissant d'une immunité naturelle, est sensiblement différent de celui qui assure la même destruction chez les animaux à état réfractaire acquis*. Les moyens défensifs, d'origine certainement non humorale, mais tissulaire, entrent en jeu en dépit de l'absence d'altérations saisissables au microscope.

Conclusions. — 1° *Le virus herpéto-encéphalitique introduit dans l'encéphale des singes réceptifs peut y être décelé par la méthode des ponctions cérébrales, à partir du troisième jour. Il y pullule progressivement* ([2]), *jusqu'à la mort de l'animal par encéphalopathie herpétique aiguë;*

2° *Le même virus, administré dans le cerveau des singes jouissant d'une immunité naturelle irréductible, s'y détruit rapidement sans laisser de traces décelables histologiquement;*

3° *Le mécanisme de l'immunité naturelle de certains simiens à l'égard du germe herpéto-encéphalitique semble donc différent de celui qui préside à l'état réfractaire acquis*, en ce sens que tout en étant de nature tissulaire, la défense ne paraît pas exiger la présence d'altérations d'encéphalite chronique.

A 15^h45^m, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16^h.

É. P.

([1]) Levaditi, Lépine et Schoen, *C. R. Soc. Biol.*, 99, 1928, p. 1219.

([2]) Cette pullulation progressive du virus se traduit, dans nos expériences, par un raccourcissement également progressif de la période d'incubation et l'intensification des lésions histologiques chez les animaux d'épreuve.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 JUILLET 1929.

PRÉSIDENCE DE M. Louis MANGIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie qu'à l'occasion de la Fête Nationale la prochaine séance hebdomadaire aura lieu le mercredi 17 au lieu du lundi 15.

HISTOIRE DE L'ACADÉMIE. — *Quelques statistiques sur les associés étrangers et les membres correspondants de l'Académie des Sciences.* Note (¹) de M. **Charles Richet**.

J'ai continué l'étude statistique dont les premiers résultats ont été communiqués à l'Académie (*Comptes rendus*, 188, 1929, p. 591-594).

Voici quelques chiffres relatifs aux associés étrangers et aux correspondants.

Pour ce qui est des associés étrangers, comme ils ne sont pas nommés dans une section spéciale, on ne peut présenter qu'une statistique globale.

I. — Associés étrangers.

	Moyennes.	Maxima.		Minima.	
Age de l'élection	65 ans	Baer	84 ans	Humboldt.	41 ans
Age de la mort	77 »	Airy	91 »	Jacobi	47 »
Durée de la vie académique (²).	12 »	Humboldt.	49 »	Baer	6 mois

(¹) Séance du 1er juillet 1929.

(²) Comme associés étrangers, mais dans bien des cas les associés étrangers ont été élus parmi les correspondants.

Proportions des étrangers des diverses nationalités.

	Chiffres absolus.	Centésimalement.
Anglais	32	36
Allemands et Autrichiens	27	31
Italiens	9	10
Autres pays	20	23

II. — CORRESPONDANTS.

Proportions des étrangers par rapport aux Français (centésimalement).

	Anciens.	Actuels.
Géométrie	83	75
Mécanique	65	27
Astronomie	83	60
Géographie	58	57
Physique	82	70
Chimie	70	50
Minéralogie	58	37
Botanique	56	50
Économie rurale	41	66
Anatomie	60	45
Médecine	53	50
Moyenne [1]	64	53

On voit que la proportion des étrangers comme membres correspondants est toujours (sauf une exception) pour toutes les sections notablement moindre aujourd'hui qu'autrefois.

Pour indiquer à quel point l'Académie des Sciences a été libérale, je citerai trois élections remarquables. Pendant les guerres du premier Empire, alors que l'Angleterre était en guerre avec la France, en 1808, trois Anglais ont été nommés comme correspondants : l'un dans la section de médecine (il est vrai que c'était Jenner); un autre dans la section de mécanique (il est vrai que c'était James Watt). En 1813, un Anglais fut nommé dans la section de chimie (il est vrai que c'était Humphry Davy). Ces élections sont glorieuses, non seulement pour les illustres savants qui furent nommés, mais encore pour notre Académie.

Comparons, comme dans notre Note précédente, l'âge d'élection des

---

(1) Sciences mathématiques .... 72 pour 100
Sciences physiques .... 56 »

anciens Académiciens et celui des Académiciens vivant actuellement (Français et étrangers).

Age de l'élection.

	Anciens.	Actuels.	Maxima.		Minima.	
Géométrie	52	51	Gordan	67	Jacobi	26
Mécanique	57	50	Eytelwein	82	Marescot	28
Astronomie	48	55	Rudolf Wolf / Muller / Souillart	69 / 69 / 69	Hind	28
Géographie	57	50	Sabine	87	Demidoff	33
Physique	57	56	Delezenne / Bosscha	79 / 79	De la Rive	29
Chimie	51	50	Solvay	79	Bérard	30
Minéralogie	58	57	Matheron	88	Ménard de la Groye	40
Botanique	56	58	Boudier	81	Mirbel	31
Économie rurale	56	62	Menabrea	78	Girardin / Reiset	39 / 39
Anatomie	50	58	Avebury	76	Tiedemann	33
Médecine	59	59	Herrgott	81	Orfila	28
Moyenne	54	54		77		32

Il n'y a donc pour les correspondants aucune différence pour l'âge de l'élection entre les Académiciens anciens et les Académiciens actuels, tandis que pour les titulaires, comme notre précédente Note l'a indiqué, cette différence est sensible.

Age de la mort.

	Moyenne.	Maxima.		Minima.	
Géométrie	71	Neumann (Franz)	97	Riemann	40
Mécanique	73	Colladon / Sane	91 / 91	Clouet	50
Astronomie	69	Airy	91	Gambart	36
Géographie	74	Sabine	95	Mendoza	53
Physique	73	De Luc / Delezenne / Hittorf	90 / 90 / 90	Rowland	53
Chimie	70	Graebe	86	Gerhardt	40
Minéralogie	76	Damour	94	Durocher	43
Botanique	75	Hooker (Joseph)	94	Hofmeister	53
Économie rurale	73	Tisserand (Eugène)	95	Laurent (Auguste)	46
Anatomie	66	Fabre (Henri)	92	Dugès	41
Médecine	72	Maunoir / Herrgott	93 / 93	Petit (M. A.)	45
Moyenne	72		93		45

Durée de la vie académique.

	Moyenne.	Maxima.		Minima.	
Géométrie	19	Chasles	41	Riemann	4 mois
Mécanique	16	Dupin	59	Eytelwein	2 ans
				Gilbert (Philippe)	2 »
				Paucton	2 »
Astronomie	21	Airy	57	Vogel	1 an
Géographie	17	Moreau de Jonnès	54	Franklin	1 »
Physique	16	Brewster	43	Soret	2 mois
Chimie	19	Bérard	50	Gerhardt	4 »
Minéralogie	18	Cordier	53	Marsh	3 »
Botanique	19	Mirbel	47	De Toni	1 »
Économie rurale	17	Clark	44	Parade	9 »
Anatomie	16	Owen	53	Rathke	3 »
Médecine	13	Virchow	43	Petit (M. A.)	1 »
Moyenne	17		50		1 an

Ces chiffres montrent que la durée de la vie académique est notablement moindre (en moyenne) pour les correspondants que pour les titulaires. On remarquera aussi que trop souvent les correspondants de l'Académie sont morts 3 mois seulement après leur élection.

La durée de la vie pour les correspondants est exactement la même (17) que pour les Français moyens de 54 ans.

Le classement des correspondants par nationalités est à peu près le suivant :

	En chiffres absolus.	Proportion centésimale.
Allemagne et Autriche	140	27
Grande-Bretagne	125	24
Italie	52	10
Suisse	38	7
États scandinaves	38	7
Belgique	32	6
Amérique du Nord	30	6
Russie et Pologne	27	5
Pays-Bas	18	4
Autres pays	18	4

Cette proportion est très différente si l'on rapporte le nombre des correspondants de l'Académie au chiffre de la population de tel ou tel pays. Mais le calcul ne peut être que très arbitraire. La population des États-Unis par exemple s'est accrue formidablement dans le cours du XIXe siècle. Alors

quel chiffre prendre pour le rapport à la population? Celui de 1820 ou celui de 1928? Mieux vaut laisser de côté la proportion centésimale des Américains.

La difficulté n'est pas moins grande pour d'autres nations encore. La Pologne et la Russie, encore que les Polonais ne soient pas du tout des Russes, sont ici confondus. L'Autriche a été confondue avec l'Allemagne.

Les chiffres que nous allons donner ici ne sont donc qu'une approximation très imparfaite, dont personne plus que moi ne comprend l'imperfection.

Il est cependant intéressant d'établir que, par rapport à la population, sur dix millions d'habitants il y a eu en correspondants de l'Académie des Sciences (de 1796 à 1829) :

Suisse	95
Belgique	46
Etats scandinaves	32
Grande-Bretagne	28
Pays-Bas	26
Allemagne et Autriche	20
Italie	13
Russie	2

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Le titane dans les plantes cryptogames.* Note de M. **Gabriel Bertrand** et Mme **C. Voronca-Spirt.**

A la suite des résultats que nous avons publiés sur la présence du titane dans les cellules des plantes supérieures (¹), nous avons effectué un certain nombre de recherches sur des plantes appartenant aux classes des Fougères, des Algues et des Champignons, afin de savoir si le métal était partout présent dans le règne végétal.

Des frondes de *Polypodium vulgare* C., de deux espèces de Laminaires et de sept espèces de Fucacées appartenant aux genres *Fucus*, *Pelvetia*, *Himanthalia*, *Ascophyllum* et *Cystosera*, ont d'abord été débarrassées par un lavage soigneux, comme il a été décrit au sujet des recherches antérieures, de la poussière et des particules terreuses qui pouvaient les souiller, puis soumises à la dessiccation et analysées. Nous y avons trouvé régulièrement du titane, dans la proportion d'un à plusieurs milligrammes par kilogramme de matière fraîche, comme dans la plupart des feuilles déjà étudiées.

(¹) *Comptes rendus*, **188**, 1929, p. 1199.

L'examen des Champignons a conduit à une observation particulière. Nous avons bien dosé environ un demi-milligramme de titane par kilogramme de matière fraîche dans les trois hyménomycètes que nous avons pu nous procurer : le champignon de couche, le bolet comestible et la russule de Quélet, mais nous n'avons pas réussi à mettre le métal en évidence avec certitude dans la levure de boulangerie et dans l'*Aspergillus niger*.

Nous avons opéré sur 100^{g} de levure pressée, contenant 26^{g},6 de matière sèche et 2^{g},6 de cendres. La solution sulfurique de ces dernières, d'où le silicium avait été éliminé par l'acide fluorhydrique et qui renfermait 0^{g},39 de phosphore à l'état de phosphates, n'a pas donné avec le peroxyde d'hydrogène une couleur jaune assez marquée pour être absolument démonstrative de la formation d'acide pertitanique. Il a bien semblé, par comparaison avec des solutions sulfuriques de titane titrées, renfermant la même quantité de phosphore, qu'il y avait une très faible coloration par le peroxyde d'hydrogène, mais celle-ci était au voisinage de la limite de perceptibilité, qui est de 0^{mg},03 de titane lorsqu'on opère sur 50$^{cm^3}$. La proportion de titane contenue dans la levure pourrait donc être de l'ordre de grandeur d'un dixième de milligramme au plus par kilogramme de matière fraîche.

Pour rechercher le titane dans l'*Aspergillus*, une culture du Champignon a été faite sur du liquide Raulin préparé avec du sucre candi blanc, de l'acide tartrique et des sels purs du commerce. Dix litres de ce liquide nutritif ont été répartis par portions de 250$^{cm^3}$ dans des cuvettes en porcelaine recouvertes de couvercles de verre maintenus par des agrafes en aluminium de manière à permettre l'accès de l'air. Après stérilisation à l'autoclave et refroidissement, le liquide a été ensemencé et mis à l'étuve à + 35°. On a recueilli, après 4 jours, 1^{kg},5 environ de mycélium lavé et ressuyé, contenant 145^{g} de matière sèche et 6^{g},7 de cendres. La recherche du titane a été entreprise sur la totalité de la récolte : nous n'avons pas obtenu de réaction positive.

En résumé, on peut dire que le titane se rencontre ordinairement dans les plantes cryptogames comme dans les plantes phanérogames, avec cette réserve que, si la proportion du métal contenue dans la matière fraîche oscille autour du millionième, il y a des espèces de Champignons chez lesquels le titane, au cas où l'on arriverait à en établir la présence d'une manière définitive, serait en proportion beaucoup plus petite, dix fois moindre et au-dessous, que dans le cas général.

Cette réserve n'exclut pas la possibilité du rôle physiologique du titane chez les plantes car elle vise des espèces dont les besoins à l'égard d'autres

métaux, en particulier du manganèse [1], ont été démontrés extraordinairement réduits.

PROTISTOLOGIE. — *L'évolution des* Paramœbidium, *nouveau genre d'Eccrinides, parasite des larves aquatiques d'Insectes.* Note de MM. **L. Léger** et **O. Duboscq.**

Nous désignerons sous le nom générique de *Paramœbidium* des Eccrinides, rappelant les *Eccrina* par leur endoparasitisme, leur taille et leur forme en longs tubes souvent incurvés, et d'autre part les *Amœbidium* par la production d'éléments amœboïdes au terme de la croissance. Mais les *Paramœbidium* ne montrent pas la multiplication endoconidienne, si caractéristique des *Amœbidium* et des *Eccrina*.

Les *Paramœbidium* sont très répandus dans les larves aquatiques d'Insectes. Nous les trouvons dans des larves de Perlides (*Nemura*, *Protonemura*, *Tæniopteryx*), dans des larves d'Éphémérides (*Bœtis*, *Ecdyonurus Rhitrogena*, *Procloeon*, *Paraleptophlebia*, *Habrophlebia*, *Thraulus*, *Cœnis*), dans des larves de Diptères (*Simulium*, *Liponeura*). Aux divers hôtes correspondent, en général, des espèces différentes. Nous distinguons dès maintenant : *Paramœbidium inflexum* des larves de *Nemura variegata*, *P. arcuatum* des larves de *Bœtis rhodani*, *P. dispersum* des larves d'*Habrophlebia fusca*, *P. thrauli* des larves de *Thraulus bellus*, *P. eccriniformis* des larves de *Paraleptophlebia* sp., *P. Chattoni* des larves de *Simulium ornatum*.

Dans toutes ces espèces, l'évolution paraît la même dans ses grandes lignes. Nous prendrons comme type *Paramœbidium inflexum* dont un riche matériel nous a permis de suivre le cycle.

A l'état de complet développement, *P. inflexum* se présente comme un long tube en U dont la branche proximale plus courte fait suite au pavillon de fixation de couleur jaunâtre (*fig.* 1 et 2).

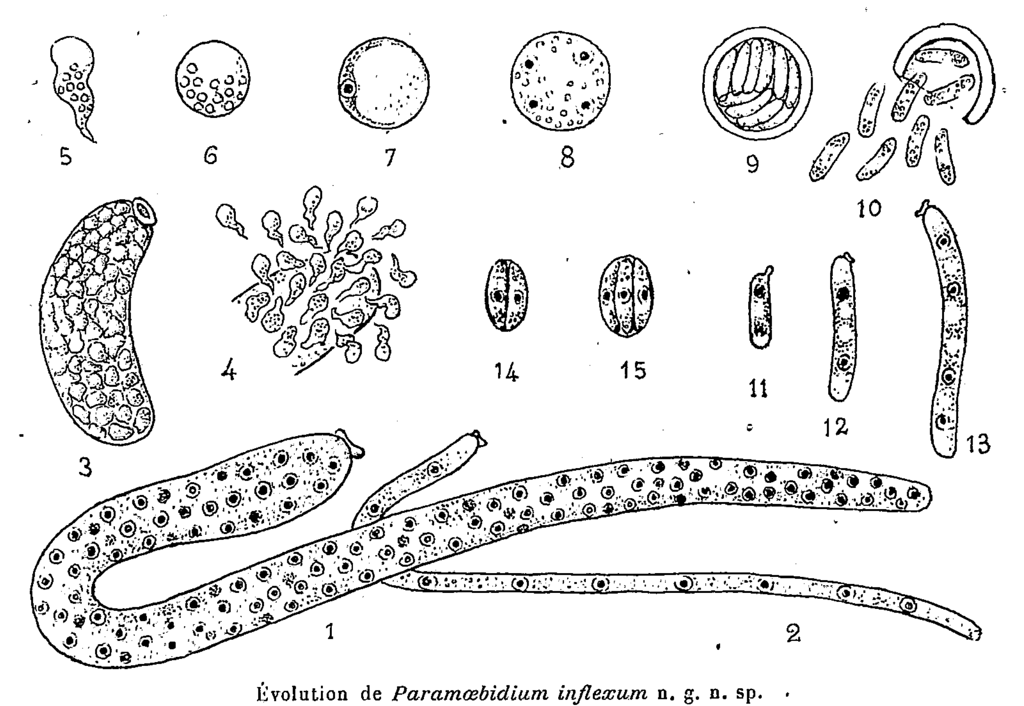
Le tube cylindrique, à paroi épaisse, peut atteindre 1^{mm} de longueur. Il y a des tubes larges, à noyaux nombreux (*fig.* 1) — ce sont les plus communs —, des tubes grêles à une seule file de noyaux espacés (*fig.* 2), et plus rarement des individus massifs (*fig.* 3). Toutes ces formes végétatives, fixées par un épais pavillon sur la cuticule rectale de la larve de *Nemura*,

---

[1] Gab. Bertrand, *Comptes rendus*, 154, 1912, p. 616; avec plus de détails : *Bull. Soc. chim.*, 11, 1912, p. 400, et *Ann. Inst. Past.*, 26, 1912, p. 767.

débutent par de jeunes stades de 5 à 20$^{\mu}$, montrant déjà deux noyaux (*fig.* 11, 12).

Les *Paramœbidium* ne donnent pas d'endoconidies. Ils ne font que grandir pendant leur séjour dans le rectum de l'hôte. Au moment de la mue, ceux qui n'ont pas terminé leur croissance dégénèrent. Les autres résolvent leur contenu en autant d'éléments amœboïdes qu'il y a de noyaux, et ces amibes sans vacuole quittent le tube, dont ils dissolvent la membrane, s'éparpillant en tous sens, parfois en quantité innombrable,



Évolution de *Paramœbidium inflexum* n. g. n. sp.

1, 2, 3, stades végétatifs; 4, émission des amibes; 5-8, enkystement; 9, kyste à paroi épaisse; 10, mise en liberté des germes; 11-13, jeunes stades; 14, 15, kyste précoce à paroi frêle. 1-4 × 250. 5-15 × 600.

dans la mue rectale. De là, s'échappant par l'extrémité antérieure du rectum, ils se répandent dans les divers segments abdominaux de l'exuvie, et gagnent les pattes et les cerques, qu'ils envahissent jusqu'à l'extrémité avec une rapidité surprenante. Au bout d'une heure, arrivés au terme de leur migration, ils s'arrondissent et s'enkystent.

Les kystes, sphériques, commencent d'abord par grossir, multiplient leurs noyaux en même temps que s'épaissit leur paroi. Conservés dans l'eau avec la mue qui les protège, ils montrent, au bout d'une huitaine de

jours, des germes rigides, légèrement arqués, dont le nombre varie avec la grosseur des kystes (lesquels mesurent de 15 à 45$^{\mu}$). Les plus communs, qui ont de 25 à 30$^{\mu}$, renferment 24 à 36 germes.

Par un mode de déhiscence que nous décrirons ultérieurement, les germes sortent du kyste mûr, laissant une coque en forme de calebasse. D'abord uninucléés, ils ont maintenant deux noyaux et représentent un stade de résistance. Des mues, vieilles de 8 jours, sont alors farcies de kystes et de germes libres et constituent des foyers d'infection pour les larves de *Nemura*.

En infestant artificiellement de nouvelles larves, nous avons vu ces germes arriver dans leur rectum et s'y fixer par un petit bourgeon apico-latéral, qui se transforme en pavillon. Le germe s'allonge jusqu'à 40$^{\mu}$ sans multiplier ses noyaux (*fig.* 12). A 50$^{\mu}$ (*fig.* 13), il y a 4 noyaux. Ceux-ci augmentent de nombre avec la croissance et d'autant plus vite que le tube est plus large. Nous revenons ainsi aux grands tubes végétatifs.

A côté des kystes à paroi épaisse et à évolution lente, nous avons observé plusieurs fois de petits kystes ovoïdes, de 15 à 18$^{\mu}$, à paroi frêle et hyaline, qui fournissaient de suite 2, 3 ou 4 germes (*fig.* 14-15).

Ainsi les *Paramœbidium* n'ont pas de multiplication conidienne. Ils y suppléent par l'abondance de leurs germes au terme de leur évolution. Malgré cette particularité, ils doivent être classés dans les Amœbidinées, qu'ils rapprochent encore des Eccrininées par leur morphologie et leur endoparasitisme.

PRÉSENTATIONS.

Dans la formation d'une liste de deux candidats à la chaire de *Machines* vacante au Conservatoire national des Arts et Métiers, pour la première ligne, M. *Casimir Monteil* obtient 25 suffrages contre 6 à M. *Paul Dufour*.

Il y a 2 bulletins blancs.

Pour la seconde ligne, M. *Dufour* obtient 30 suffrages.

Il y a 2 bulletins blancs.

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne.................. M. **Casimir Monteil.**
En seconde ligne............... M. **Paul Dufour.**

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** invite l'Académie à lui présenter des listes de deux candidats aux postes de Directeur de l'*Observatoire d'Alger* et de l'*Observatoire de Besançon*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

A. Boutaric. *Les ondes hertziennes et la télégraphie sans fil.* (Présenté par M. G. Ferrié.)

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur les probabilités des phénomènes liés en chaîne de Markoff.* Note de M. **B. Hostinsky**, présentée par M. Hadamard.

1. Markoff (*Bull. de la Société phys. math. de Kasan*, 2e série, 15, 1907) a démontré un théorème qui peut être énoncé sous forme géométrique comme il suit. Soient $A_1, A_2, \ldots, A_r$, r points fixes et M un point mobile qui coïncide d'abord avec A_i, i étant un indice arbitraire. Par des transformations répétées dues au hasard, le point M prend successivement diverses positions A_s. Supposons qu'il y ait une probabilité positive p_{ik} pour que M passe, par une seule transformation, de A_i à A_k; on a $p_{i1}+p_{i2}+\ldots+p_{ir}=1$ pour tout i. Soit $P_{ik}^{(n)}$ la probabilité pour que M passe, par n transformations successives, de A_i à A_k. Markoff démontre que $P_{ik}^{(n)}$ *tend, pour n infini, vers une limite* P_k *indépendante de i*. En écrivant mes Notes précédentes, je ne connaissais pas le travail de Markoff de 1907. Certains résultats que j'y démontre (*Comptes rendus*, 186, 1928, p. 59 et 487) peuvent être déduits du théorème de Markoff.

2. Faisons correspondre un nombre α_i à chaque point A_i. Désignons par $x_1, x_2, \ldots$ les valeurs que prend une variable aléatoire pendant le mouvement du point M. Si d'abord M est en A_i, $x_1=\alpha_i$; si, après une première transformation, M vient en A_j, $x_2=\alpha_j$ et ainsi de suite. Soit a la

limite de la valeur moyenne de x_n pour n infini,

$$(1)\qquad a = \lim_{n=\infty} \sum_{k=1}^{r} P_{ik}^{(n)} \alpha_k = \sum_{k=1}^{r} P_k \alpha_k.$$

Markoff a démontré comment doit être calculée la dispersion, c'est-à-dire la quantité

$$\frac{C}{2} = \lim_{n=\infty} \frac{\text{valeur moyenne de } [x_1 + x_2 + \ldots + x_n - na]^2}{n}$$

(voir *Mémoires de l'Académie de Saint-Pétersbourg : Classe phys. math.*, 8e série, 22, n° 9, ou MARKOFF-LIEBMANN, *Wahrscheinlichkeitsrechnung*, Leipzig, 1912, Anhang II). Développons le déterminant $F(t, z)$ de Markoff suivant les mineurs principaux. Il vient (le calcul a été fait par M. J. Kaucky)

$$(2)\qquad \frac{C}{2} = \frac{\displaystyle\sum_{k=1}^{r} \frac{(-1)^k}{k!} \sum_{i_1=1}^{r} \sum_{i_2=1}^{r} \cdots \sum_{i_k=1}^{r} (\alpha_{i_1} + \alpha_{i_2} + \ldots + \alpha_{i_k} - ka)^2 \begin{vmatrix} p_{i_1 i_1} & \cdots & p_{i_1 i_k} \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ p_{i_k i_1} & \cdots & p_{i_k i_k} \end{vmatrix}}{\displaystyle\sum_{k=1}^{r} \frac{(-1)^k}{(k-1)!} \sum_{i_1=1}^{r} \sum_{i_2=1}^{r} \cdots \sum_{i_k=1}^{r} \begin{vmatrix} p_{i_1 i_1} & \cdots & p_{i_1 i_k} \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ p_{i_k i_1} & \cdots & p_{i_k i_k} \end{vmatrix}}.$$

3. Admettons maintenant que le domaine où se meut le point M soit formé par un segment de l'axe Ox allant de $x = a$ à $x = b$. Soit $P(x, y)$ la densité de probabilité relative au passage, par une seule transformation, de x à y (voir *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 59) et $P^{(n)}(x, y)$ celle par n passages successifs. Si P est positive et si son intégrale, prise par rapport à y de a à b, est égale à l'unité, $P^{(n)}(x, y)$ *tend, pour n infini, vers une limite* $\varphi(y)$ *qui ne dépend pas de* x [voir la Note de M. Hadamard, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 189; j'ai traité le cas où $\varphi(y)$ est constante, *Ibid.*, p. 487].

4. Soit $f(x)$ une fonction donnée du point mobile $M(x)$. La limite u de la moyenne de toutes les valeurs que peut prendre $f(x)$ après un nombre infini de transformations successives sera donnée par la formule

$$(3)\qquad u = \lim \int_a^b P^{(n)}(x, y) f(y)\, dy = \int_a^b \varphi(y) f(y)\, dy.$$

En désignant toujours par x_k l'abscisse du point M, après la $(k-1)^{\text{ième}}$ transformation, la dispersion sera définie par l'expression

$$\lim_{n=\infty} \frac{\text{valeur moyenne de } [f(x_1) + f(x_2) + \ldots + f(x_n) - nu]^2}{n}.$$

Appliquons la formule (2) au cas où les points A_s sont sur l'axe Ox, $a+\frac{s}{r}(b-a)$ étant l'abscisse de A_s. Faisons tendre (comme dans la théorie de Fredholm) r vers l'infini, en remplaçant les ds par les valeurs de $f(x)$ et les p_{st} par $P(x, y)\,dy$. Si

$$P\begin{pmatrix} x_1 & x_2 & \dots & x_n \\ x_1 & x_2 & \dots & x_n \end{pmatrix}$$

représente le déterminant du $n^{\text{ième}}$ degré dont $P(x_i, x_k)$ est l'élément, *la dispersion sera donnée par la formule*

$$\frac{\displaystyle\sum_{k=1}^{\infty}\frac{(-1)^k}{k!}\int_a^b\int_a^b\cdots\int_a^b[f(x_1)+f(x_2)+\ldots+f(x_k)-ku]^2\,P\begin{pmatrix} x_1 & \dots & x_k \\ x_1 & \dots & x_k \end{pmatrix}dx_1\ldots dx_k}{\displaystyle\sum_{k=1}^{\infty}\frac{(-1)^k}{(k-1)!}\int_a^b\int_a^b\cdots\int_a^b P\begin{pmatrix} x_1 & \dots & x_k \\ x_1 & \dots & x_k \end{pmatrix}dx_1\ldots dx_k}.$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le problème des fonctions implicites.* Note de M. N. **Lusin**, présentée par M. Hadamard.

Ce problème consiste précisément en ce que, étant donné un système d'équations

$$\begin{aligned} &f_1(x_1, x_2, \ldots, x_m; y_1, y_2, \ldots, y_p)=0,\\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,\\ &f_q(x_1, x_2, \ldots, x_m; y_1, y_2, \ldots, y_p)=0, \end{aligned}$$

où les fonctions f_i rentrent dans la classification de M. Baire, on se propose d'étudier :

1° Le domaine d'existence E des fonctions implicites $y_1, y_2, \ldots, y_p$ (1);

2° La nature de ces fonctions implicites (2).

1. *Cas fondamental de M. H. Lebesgue.* — C'est le cas où à chaque système de nombres $x_1, x_2, \ldots, x_m$ il correspond au plus un seul système de nombres $y_1, y_2, \ldots, y_p$ vérifiant les équations proposées.

(1) Ce domaine est toujours un ensemble *analytique;* il s'agit de savoir s'il est ou non mesurable B.

(2) En Analyse classique [voir J. Hadamard, *Sur les transformations ponctuelles* (*Bulletin de la Soc. math. de France*, 34, 1906, p. 71)], le problème peut s'envisager de deux façons différentes, savoir sous le point de vue local et sous le point de vue étendu. Cette distinction ne se posera pas dans la question actuelle.

M. H. Lebesgue a indiqué les deux lois suivantes qui ont lieu dans ce cas :

(L_1) Le domaine d'existence E des fonctions implicites $y_1, y_2, \ldots, y_p$ est un ensemble mesurable B;

(L_2) Chaque fonction implicite y_i coïncide sur E avec une fonction *uniforme* $\varphi_i(x_1, x_2, \ldots, x_m)$ rentrant dans la classification de M. Baire et partout définie.

Il est naturel de chercher si ces deux lois de M. H. Lebesgue subsistent dans tous les cas qui peuvent se présenter.

2. *Les autres cas.* — Parmi ces cas, les plus intéressants sont les suivants :

I. L'une des fonctions implicites, soit y_i, est uniforme, et l'on ne sait rien sur les autres fonctions implicites;

II. Toutes les fonctions implicites $y_1, y_2, \ldots, y_p$ admettent au plus une infinité dénombrable de valeurs en chaque point du domaine d'existence E;

III. L'une des fonctions implicites, soit y_i, admet au plus une infinité dénombrable de valeurs en chaque point du domaine d'existence E, et l'on ne sait rien sur les autres fonctions implicites.

Nous verrons que le cas II est parfaitement analogue au cas fondamental de M. H. Lebesgue, car les deux lois (L_1) et (L_2) subsistent dans ce cas. De même, le cas III est analogue au cas I puisque dans ces deux cas la loi (L_1) ne se conserve plus, tandis que la loi (L_2) subsiste. Enfin, dans le cas le plus général où l'on ne fait aucune hypothèse sur les fonctions implicites, ni la loi (L_1) ni la loi (L_2) ne subsistent plus (1).

3. *Cas I : le domaine d'existence.* — Ce domaine est un ensemble analytique qui n'est pas nécessairement mesurable B. Pour le voir, prenons dans l'espace OXYZ un ensemble $\mathcal{E}$ mesurable B situé dans le plan XOZ et dont la projection sur l'axe OX est un ensemble E analytique non mesurable B. Si $f(x, y, z)$ est nulle sur $\mathcal{E}$ et égale à 1 dans les autres points de l'espace OXYZ, l'équation $f = 0$ définit y et z comme des fonctions implicites de x. Or, le domaine d'existence coïncide avec E, donc il est non mesurable B, tandis que la fonction implicite y est évidemment uniforme. Ainsi, la loi (L_1) n'est pas conservée ici.

4. *Cas II : la nature de la fonction implicite uniforme.* — Cependant la loi (L_2) subsiste. Pour le voir, considérons, dans l'espace à $m+1$ dimensions $OX_1X_2\ldots X_mY_i$, la surface Σ représentant la fonction implicite uni-

(1) L'étude du cas général a été faite par M. Novikoff qui d'ailleurs a obtenu des résultats partiels pour le cas II.

forme y_i. Les points de cette surface Σ forment un ensemble *analytique*, puisque Σ est la projection orthogonale de l'ensemble $\mathcal{E}$ mesurable B formé des points de l'espace à $m+p$ dimensions $OX_1X_2\ldots X_mY_1Y_2\ldots Y_p$ pour lesquels le système proposé d'équations est vérifié. Comme toute parallèle à l'axe OY_i coupe Σ en un point au plus, tout revient à démontrer cette proposition de la théorie des ensembles analytiques :

Théorème. — *Si Σ est un ensemble analytique dans l'espace à $m+1$ dimensions $OX_1X_2\ldots X_mY$ tel que chaque parallèle à l'axe OY coupe Σ en un point au plus, il existe une fonction $\varphi(x_1, x_2, \ldots, x_m)$ rentrant dans la classification de M. Baire et partout définie telle que l'ensemble Σ est situé sur la surface S définie par l'équation $y=\varphi(x_1, x_2, \ldots, x_m)$.*

Pour fixer les idées, nous prenons $m=1$ puisque la démonstration reste la même pour m quelconque.

Soient Σ_i et Σ_s les ensembles des points du plan XOY situés respectivement au-dessous et au-dessus de Σ. Les deux ensembles Σ_i et Σ_s sont *analytiques;* donc, il en est de même pour $\Sigma_i+\Sigma$ et $\Sigma+\Sigma_s$. Comme les ensembles analytiques $\Sigma_i+\Sigma$ et Σ_s n'ont aucun point commun, ils sont séparables B. Donc, il existe un ensemble H_i mesurable B contenant $\Sigma_i+\Sigma$ et sans point commun avec Σ_s. D'uns manière analogue, il existe un ensemble H_s mesurable B contenant $\Sigma+\Sigma_s$ et sans point commun avec Σ_i. La partie commune H aux ensembles H_i et H_s est un ensemble mesurable B contenant Σ et sans point commun avec Σ_i et Σ_s.

Soit K l'ensemble de toutes les droites parallèles à l'axe OY dont chacune coupe H en deux points au moins. Désignons par Q l'ensemble des points de H appartenant à K. Comme K est un ensemble analytique, l'ensemble Q l'est aussi. Puisque Σ et Q n'ont aucun point commun, il existe un ensemble Γ mesurable B contenant Σ et sans point commun avec Q. La partie commune $\Gamma\times H$ est mesurable B, contient Σ, et chaque parallèle à l'axe OY coupe $\Gamma\times H$ en un point au plus. Donc, la projection e de $\Gamma\times H$ sur l'axe OX est mesurable B; il en suit que la fonction $\varphi(x)$ égale à O en dehors de e et égale à l'ordonnée y du point correspondant de $\Gamma\times H$ si x appartient à e rentre dans la classification de M. Baire. On voit bien que la courbe $y=\varphi(x)$ contient Σ. C. Q. F. D.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une équation intégrale.*
Note de M. **Radu Badesco**, présentée par M. Hadamard.

Nous avons résolu (¹) l'équation intégrale

$$(1) \qquad \Phi(z,\lambda)-\lambda\left\{F(z)\Phi(\alpha z,\lambda)+\int_a^b K(z,s)\Phi(zs,\lambda)\,ds\right\}=\Psi(z),$$

en donnant de la solution $\Phi(z,\lambda)$ l'expression formelle

$$(2) \qquad \Phi(z,\lambda)=\sum_{m=0}^{\infty}\frac{z^m\varphi_m(\lambda)}{\prod\limits_{i=0}^{m}\left(1-\frac{\lambda}{\lambda_i}\right)},$$

$\varphi_m(\lambda)$ étant un polynome de degré m en λ et les λ_i $(i=0, 1, \ldots)$ une suite de quantités formées à partir des fonctions données. D'après les remarques que M. Wavre, de Genève, nous a communiquées, nous nous sommes proposé de légitimer ce développement en partant, non de cette expression de $\Phi(z,\lambda)$, mais de l'équation (1), ou, ce qui revient au même, de la relation de récurrence

$$(3) \qquad \left(1-\frac{\lambda}{\lambda_m}\right)\Phi_m(\lambda)=\lambda\sum_{p=1}^{m}\mu_{m,p}\Phi_{m-p}(\lambda)+\Psi_m,$$

à laquelle nous avions ramené la résolution de cette équation.

Plaçons-nous dans les mêmes hypothèses d'holomorphie des fonctions données (²) sur un domaine fermé D du plan z, et désignons par C le plus grand cercle, de centre Oz, entièrement situé dans D. Soit ρ le rayon de ce cercle. D'après l'expression des constantes $\mu_{m,p}$ (¹), nous pouvons écrire

$$(4) \qquad |\mu_{m,p}|<\frac{S}{\rho_p}\left[|\alpha|^{m-p}+\frac{1}{m-p+1}\right], \qquad |\Psi_m|<\frac{\Psi}{\rho_m},$$

S et Ψ étant des constantes supérieures aux maxima des modules des fonctions $F(z)$ ou $K(r,s)$, pour $a\leqq s\leqq b$, et $\Psi|z|$, sur C.

(¹) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 217.

(²) La méthode qui nous a permis de résoudre cette équation est applicable pour tout noyau $K(z,s)$, intégrable au sens de Riemann par rapport à s, et tel que la fonction $\int_a^b K(z,s)\,ds$ soit holomorphe sur D.

Pour trouver une majorante du développement (z), il est clair qu'en majorant les données du second membre de la relation (3) et minorant celles du premier de manière qu'elles restent positives, nous obtiendrons une relation de récurrence ([1]) :

$$(3') \qquad \left(1-\frac{l}{l_m}\right)\overline{\Phi}_m(l)=l\sum_{p=1}^{m}\overline{\mu}_{m,p}\overline{\Phi}_{m-p}(l)+\overline{\Psi}_m \qquad (l=|\lambda|),$$

dont les solutions $\Phi_m(l)$ satisfont aux inégalités

$$\overline{\Phi}_m(l)>|\Phi_m(\lambda)| \qquad (m=0,\ 1,\ \ldots).$$

Prenons $\overline{\mu}_{m,p}$ et $\overline{\Psi}_m$ respectivement égaux aux quantités qui figurent dans les seconds membres des inégalités (4). Il nous reste à écrire que le facteur $\left(1-\frac{l}{l_m}\right)$ est positif; en désignant par l_σ la borne inférieure des l_m, on devra avoir $l<l_\sigma$.

Un calcul très simple nous donne les $\overline{\Phi}_m(e)$ à partir de la relation (3'), et nous obtenons la fonction majorante

$$\overline{\Phi}(r,\ l)=\sum_{m=0}^{\infty}r^m\overline{\Phi}_m(l)=\Psi\sum_{m=0}^{\infty}\left(\frac{r}{\rho}\right)^m\frac{\prod_{i=1}^{m}\left[l\rho\mu_{i,1}+1-\frac{l}{l_{i-1}}\right]}{\prod_{i=0}^{m}\left(1-\frac{l}{l_i}\right)},$$

dont le rayon de convergence est égal à

$$\mathrm{R}=\rho\lim_{m=\infty}\frac{1-\frac{l}{l_m}}{1-\frac{l}{l_{m-1}}+l\rho\mu_{i,1}}.$$

Nous distinguerons deux cas :

I. $|\alpha|<1$. $\mathcal{R}$ est égal à ρ. *La solution $\Phi(z,\lambda)$ est donc holomorphe dans le même cercle* C, *par rapport à z*, quel que soit λ, plus petit en module que $|\lambda_\sigma|$.

II. $|\alpha|=1$. Nous avons

$$\mathcal{R}=\rho\frac{1-|\lambda\mathrm{F}(0)|}{1-|\lambda|\,|\mathrm{F}(0)|-\mathrm{S}|},$$

([1]) Nous avons remplacé $\left(1-\frac{\lambda}{\lambda_m}\right)$ par $\left(1-\frac{l}{l_m}\right)$, où $l_m=|\lambda_m|$, car on a

$$\left|1-\frac{\lambda}{\lambda_m}\right|>1-\frac{l}{l_m}.$$

car on voit facilement, d'après l'expression que nous avions donnée aux λ_i dans la Note citée, que la limite de la suite $|\lambda_i| (i = 0, 1, \ldots)$ est égale à $\frac{1}{F(0)}$.

Convergence en λ. — Si nous considérons la série (2) comme une série uniformément convergente de fonctions holomorphes de la variable λ à l'intérieur du cercle $\Gamma_\sigma[|\lambda| < l_\sigma]$, propriété qui découle de la convergence de la série majorante dans le même domaine, pour $|z| < \mathcal{R}$, nous déduisons du théorème classique de Weierstrass que $\Phi(z, \lambda)$ est aussi holomorphe en λ dans Γ_σ.

Remarque. — Dans le cas où $F(0) = 0$ et $K(0, s) \equiv 0$, les pôles λ_i sont rejetés à l'infini et l'équation (1) peut s'écrire sous la forme

$$\Phi(z, \lambda) - \lambda \left\{ z F_1(z) \Phi(\alpha z, \lambda) + \int_{az}^{bz} H(z, t) \Phi(t, \lambda)\, dt \right\} = \Psi(z),$$

qui fournit une généralisation de l'équation intégrale à limites variables. Comme cas particulier on a l'équation de M. Volterra. Or, dans ces hypothèses, on a $\lambda_i^{-1} = 0$; la solution $\Phi(z, \lambda)$ est donc une fonction entière de λ.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur l'approximation des fonctions.* Note de M. **Guido Ascoli**.

J'ai signalé (*Comptes rendus*, 13 mai 1929) deux résultats au sujet de l'approximation uniforme des fonctions continues par des combinaisons linéaires de fonctions continues données, que je croyais nouveaux. On m'avertit que le premier résultat est connu dès 1910; en effet, il a été publié par M. Frédéric Riesz dans une Note des *Comptes rendus* de cette même année (150, 1910, p. 674-677) et développé ensuite dans un Mémoire aux *Annales de l'École Normale supérieure* de 1911. Quant au second énoncé, sa forme est peut-être nouvelle; toutefois il doit aussi être attribué au même auteur, car il ne diffère pas essentiellement d'un des théorèmes contenus dans la Note citée.

Comme ma méthode de démonstration est tout à fait différente de celle de M. Riesz et permet de traiter, presque sans modification, des questions analogues relativement à d'autres champs fonctionnels, je pense qu'il y ait encore quelque intérêt à la faire connaître.

CHRONOMÉTRIE. — *Extension des conditions de Phillips concernant le spiral.* — Note [1] de M. **J. Haag**, présentée par M. G. Kœnigs.

1. Le spiral donnant l'isochronisme parfait doit satisfaire aux *conditions de Keelhoff* (*Mémoires de l'Académie royale de Belgique*, 2e série, 6) [2]

$$M_p = \int_0^L x s^{p-1}\,ds = 0, \qquad N_p = \int_0^L y s^{p-1}\,ds = 0.$$

Il n'existe aucune courbe jouissant exactement de cette propriété. Mais on peut trouver des solutions approchées.

Appelons λ l'angle au centre total du spiral, supposé très grand. Nous dirons que le spiral réalise *l'approximation de rang q* si les quotients $\frac{M_p}{L_p}$ et $\frac{N_p}{L_p}$ sont tous de l'ordre $\frac{1}{\lambda^{q+1}}$.

Dans ce cas, les coordonnées ξ et η du centre de gravité G du spiral sont aussi de cet ordre de grandeur. L'angle polaire φ de la tangente en un point quelconque diffère de l'expression classique $\varphi_0 + \frac{S}{L}\theta$ par une quantité ε, qui est de l'ordre de $\frac{1}{\lambda^{q+2}}$ et qui est déterminée par une équation intégro-différentielle compliquée [3]. Cet angle ε a, sur ξ et η, une répercussion de l'ordre de $\frac{1}{\lambda^{q+1}}$, c'est-à-dire du même ordre que ces coordonnées elles-mêmes.

Supposons que le spiral soit muni de deux courbes terminales, de longueurs l et l', la courbe l' commençant au piton. On a, en appelant L la longueur du spiral proprement dit,

$$(1)\qquad M_p = m^p + \sum_{k=0}^{p-1} \frac{(p-1)!}{k!(p-k-1)!} l'^k \overline{M}_{p-k} + \sum_{k=0}^{p-1} \sum_{h=0}^{k} \frac{(p-1)!}{(p-k-1)!\,h!\,(k-h)!} L^{p-k-1} l'^h m_{k-h+1},$$

où m'_p, m_p, $\overline{M}_p$ représentent les valeurs de M_p pour les deux courbes terminales et pour le spiral proprement dit.

---

(1) Séance du 1er juillet 1929.

(2) Voir aussi un article de l'auteur dans le *Bulletin de la Société mathématique de France*, 56, 1928, p. 257.

(3) J. Haag, *loc. cit.*, p. 260.

2. *Cas du spiral cylindrique.* — Soit R son rayon. Prenons pour axe Ox le rayon qui aboutit au point de raccordement de la courbe l'. On calcule aisément $\overline{M}_p$ et, en portant dans (1), il vient

$$(2)\qquad M_p = m'_p + (p-1)!\sum_{i=1}^{p}\frac{l'^{p-i}}{(p-i)!}R^{i+1}\cos\left(i\frac{\pi}{2}\right) + (p-1)!\sum_{q=1}^{p}\sum_{i=1}^{q}\frac{A_i l'^{q-i}L^{p-q}}{(p-q)!(q-i)!},$$

en posant

$$(3)\qquad A_i = \frac{m_i}{(i-1)!} + R^{i+1}\cos\left(\lambda + i\frac{\pi}{2}\right).$$

On a une formule analogue pour N_p, en remplaçant simplement les cosinus par les sinus, A_i par B_i et m'_i par n_i.

Si l'on remarque que A_i et B_i sont de l'ordre de R^{i+1}, on voit que *l'approximation de rang q exige les conditions*

$$(4)\qquad m_i = (i-1)!\,R^{i+1}\cos\left(\lambda + i\frac{\pi}{2}\right),$$

$$(5)\qquad m'_i + (i-1)!\sum_{k=1}^{i}\frac{l'^{i-k}}{(i-k)!}R^{k+1}\cos\left(k\frac{\pi}{2}\right) = 0$$

et les conditions analogues en n_i et n'_i pour $i = 1, 2, \ldots, q$. Ces conditions peuvent s'interpréter comme il suit :

Appelons *centre de gravité* G_i *d'ordre* i (1) d'une courbe terminale le centre de gravité qu'elle acquiert avec la densité linéaire fictive s^{i-1}. *Sur le rayon* OA *du point de raccordement prenons* H_i *tel que*

$$(6)\qquad OH_i = \frac{R^{i+1}}{l^i}\,i!.$$

Faisons tourner H_i *de* $i\frac{\pi}{2}$, *en allant vers la courbe. La nouvelle position de* H_i *doit être* G_i.

Pour $q = 1$, on retrouve les *conditions de Phillips*.

Les conditions de Keelhoff sont vérifiées *rigoureusement* jusqu'au rang q inclusivement. On pourrait en déduire aisément le premier terme du développement de ξ ou de η suivant les puissances de θ; mais, les termes

(1) Cf. KEELHOFF, *loc. cit.*

suivants font intervenir la quantité ε et leur calcul paraît très compliqué (1).

3. *Cas du spiral plat.* — En supposant que le spiral proprement dit est une développante de cercle, dont les rayons extérieur et intérieur sont R et R', on trouve que *l'approximation du premier ordre exige les conditions de Phillips.* Moyennant quoi, on a asymptotiquement, pour L très grand,

$$M_p = L^{p-2}\left[\frac{3}{2}R(R^2 - R'^2)\cos\lambda + (p-1)(m_2 + R^3\cos\lambda)\right],$$
$$N_p = L^{p-2}\left[\frac{3}{2}R(R^2 - R'^2)\sin\lambda + (p-1)(n_2 + R^3\sin\lambda)\right],$$

en supposant $p > 2$ (2). On voit que l'on ne peut annuler ces expressions, *quel que soit p*, que pour $R = R'$. Donc *il est impossible, avec le spiral plat, de dépasser l'approximation du premier ordre*, fournie par les conditions de Phillips.

ASTRONOMIE. — *Sur le relevé rapide de la position photographique précise d'un astre errant ou non catalogué, par la méthode de Schlesinger.* Note (3) de M. **J. Ph. Lagrula.**

En regard des deux Notes : l'une de H. E. Wood (4), l'autre de L. J. Comrie (5) publiées récemment sur le même sujet, nous présentons ici le résultat auquel nous étions parvenu à l'Observatoire d'Alger antérieurement à cette publication. Le principe est identique : celui, dans le cas $n = 3$, de la méthode des *dépendances* de Schlesinger (6), laquelle repose elle-même

(1) J. Haag, *loc. cit.*, p. 261. — Si l'on ne tient pas compte de cette influence de ε, le calcul de ξ et η est assez facile et conduit à des résultats simples, du moins pour le spiral cylindrique. J'en ai déduit, sur des exemples concrets, que l'écart maximum du centre de gravité atteignait de 2 à 4 centièmes de millimètre. J'ai évalué également la répercussion sur la durée d'oscillation, tant au point de vue de la réaction d'encastrement que de la pesanteur. Mais, l'influence inconnue de ε rend de tels calculs vraisemblablement illusoires.

(2) Pour $p = 1$ et 2, les formules sont un peu modifiées.

(3) Séance du 17 juin 1929.

(4) H. E. Wood, *Measurement of the Position of Objects on photographic Plates* (*Journ. Brit. Astr. Assoc.*, 39, 1929, p. 196).

(5) L. J. Comrie, *Reduction of photographic Plates* (*Journ. Brit. Astr. Assoc.*, 39, 1929, p. 203).

(6) F. Schlesinger, *Photographic Determinations of Stellar Parallax*, Part III (*Astrophysical Journ.*, 33, 1911, p. 161).

sur l'application des propriétés générales d'homographie par transformation homogène que, *dans une aire limitée par le degré d'approximation que l'on vise*, présentent toujours les images de la même configuration céleste sur deux clichés distincts.

I. Sur le cliché d'observation, situons l'astre envisagé — une petite planète, par exemple — à l'intérieur d'un triangle formé par trois étoiles dont les positions figurent dans un Catalogue photographique de la Carte du Ciel (cliché de référence). Prenons, sur les deux clichés, l'une de ces étoiles comme origine de coordonnées différentielles rectilignes et adoptons les notations suivantes :

	Étoiles.			Planète.
Donnécs du Catalogue...........	o, o	X, Y	X′, Y′	
Mesures brutes (obs.)...........	o, o	x, y	x', y'	x_0, y_0

Ces dernières peuvent être relevées dans un système de coordonnées *absolument quelconques*, même obliques et avec deux échelles de module différent.

Des trois dépendances $1-p-q$, p et q, déterminons les deux dernières par la résolution des équations

$$xp + x'q = x_0. \qquad xp + y'q = y_0;$$

sous les spécifications énoncées plus loin, les coordonnées différentielles inconnues X_0, Y_0, du lieu fictif de l'astre rapporté au Catalogue, sont immédiatement calculables au moyen des formules

$$X_0 = x_0 + p(X - x) + q(X' - x'), \qquad Y_0 = y_0 + p(Y - y) + q(Y' - y').$$

II. Cet algorithme de calcul *réunit* les avantages suivants :

1° Abstraction totale est faite des constantes de l'homographie, ce qui n'est pas rigoureusement réalisable quand on procède, comme le fait Wood, par la méthode de fausse position du centre de dépendance.

2° Les quelques multiplications qui interviennent dans le calcul numérique sont *toutes* exécutables *à vue*, au moyen des Tables de Crelle. En effet, trois figures (au lieu de cinq) deviennent largement suffisantes quand on prend pour argument du calcul, non pas les coordonnées rapportées à des origines distinctes, ce que fait Comrie, mais les différences telles que $X - x$, nombres pratiquement petits, vu que, sur l'un et l'autre cliché, on emploie toujours des coordonnées sensiblement rectangulaires en s'écartant peu du mouvement diurne comme orientation et de la minute d'arc de grand cercle comme unité de distance.

III. En nous basant sur l'étendue, le mode de distribution et la profondeur des clichés du *Catalogue*, nous avons établi analytiquement les limites exactes entre lesquelles les trois étoiles peuvent être choisies, pour que *les plus notables causes d'altération de l'homographie*, savoir : l'écart angulaire entre les centres des deux clichés, et la variation non linéaire de la réfraction atmosphérique avec la hauteur, n'entraînent pas, sur la position conclue une erreur dépassant $0',001$. Dans les circonstances les plus défavorables, si l'on opère, comme à Alger, avec la Lunette standard (champ : 2°) en restant au-dessus de 15° de hauteur, on dispose d'une aire de $20' \times 20'$, étendue déjà suffisante en général pour le choix des étoiles de comparaison.

IV. Nous avons également étudié l'application *directe* de la méthode des dépendances aux coordonnées sphériques équatoriales, mais en tenant compte des termes du troisième ordre qui ne sont pas négligeables sur des clichés de 2° de champ. Dans un Mémoire plus étendu, nous reviendrons ailleurs sur ce point. En même temps nous présenterons des exemples numériques en indiquant au surplus (ce qui est *capital* quand on n'emploie que trois étoiles) un moyen simple de s'assurer, préalablement et à la fois, que les mesures sont correctes, les positions astrographiques concordantes et les identifications certaines.

MOTEURS A EXPLOSION. — *Variation de la température d'allumage spontané des carburants additionnés de différentes substances.* Note de M. A. Grebel, présentée par M. Charpy.

Le classement des carburants et des combustibles liquides par ordre décroissant des *températures d'allumage spontané* est sensiblement le même que leur classement suivant l'ordre décroissant des taux de compression qu'ils peuvent supporter, sans provoquer de cognement dans un moteur à explosion, dont les chambres de compression peuvent être augmentées de volume.

Au cours d'études destinées à expliquer l'effet antidétonant du carburateur chimique, nous avons été amené à déterminer, systématiquement, l'influence sur la température d'allumage spontané, de l'addition variable de différents corps à des carburants connus, en proportion variant de 0 à 100 pour 100, ce qui n'a pas encore été fait, à notre connaissance du moins.

Nous nous sommes servi de l'appareil de Moore modifié par Krupp. Il se

TABLEAU. — *Température d'allumage spontané* (Moore-Krupp) *pour des mélanges en proportion croissante de différentes substances avec une essence* ($d = 0,7254$; temp. d'ébull. 45 à 215°).

Carburant.	Substance additionnelle.	Température d'allumage spontané. 0 % de corps addit. dans le mélange.	1er point anguleux.	2e point anguleux.	3e point anguleux.	100 % de corps addit. dans le mélange.	Pression atmosphérique (mm Hg).
			Lignes brisées à 2 droites.				
Essence.	Pétrole russe...........	343°	303°—50 % (*a*)	–	–	277°	761
Essence.	Gasoil Catalex.........	354	311—15	–	–	287	757
Essence.	Huile de graissage Shell.	383	296—35,5	–	–	279	758
			Lignes brisées à 3 droites.				
Essence.	Acétone...............	364	384—25	660°—77,5 %	–	700	762
Essence.	Acide acétique..........	346	360—10	363—77	–	556	763
Essence.	Acroléine..............	347	343—10	290—44	–	278	755
Essence.	Alcool éthylique........	349	370—10	396—75	–	445	760
Essence.	Aldéhyde éthylique.....	382	322— 0,75	216—96	–	194	754
Essence.	Benzène	379	405—39	552—66	–	630	757
Essence.	Eau (émulsionnée par la lanoline).	321	357—17,5	345—60 (*b*)	–	–	752
Essence.	Éther..................	350	262—24	220—82,5	–	218	761
Essence.	Nitrobenzène,..........	347	320—23 (*c*)	332—95	–	507	756
Essence.	Motyl (*d*).............	350	564— 0,42	111—50	–	86	756-760
Essence-benzène.	Alcool méthylique......	465	490—10	530—75	–	535	763 (*e*)
Essence-benzène.	»	439	474—10	525—75	–	518	763 (*f*)
			Lignes brisées à 4 droites.				
Essence.	Éthyl (*g*).............	347	400— 0,43	366—10	308°—20 %	176	756-760
Essence-benzène.	Aniline...............	353	491— 8,5	521—35	522—89,5	590	765

(*a*) La brisure est peu sensible.

(*b*) La dernière portion de droite est remplacée par une courbe exponentielle asymptotique à la verticale 85 %. Points de la courbe : 347° — 65 %; 352° — 70 %; 363° — 75 %; 532° — 80 %. Émulsion stable pour 69,3 %.

(*c*) Le nitrobenzène présente un minimum absolu en ce point.

(*d*) A 25 % fer carbonyle.

(*e*) Creuset nettoyé par grattage.

(*f*) Creuset nettoyé à l'éther.

(*g*) 50 % plomb tétraéthyle; 50 % bromure d'éthyle.

Nota. — Les températures soulignées n'ont pu être mesurées avec nos appareils.

compose essentiellement d'un bloc évidé en acier inoxydable qu'on chauffe à une température uniforme, réglable et contrôlée par des couples thermo-électriques. Dans le trou borgne central du bloc (remplaçant le creuset en platine de Moore), on fait circuler un courant régulier d'oxygène pur. Au moyen d'une pipette, on y fait tomber des gouttes espacées du liquide à essayer. Quand la température est suffisamment élevée, chaque goutte entre en caléfaction, et les vapeurs qui l'entourent s'allument en présence de l'oxygène avec une explosion plutôt forte en général. On cherche la température minima à laquelle se produit l'allumage.

La pression atmosphérique et l'état de la surface du creuset ont une influence marquée sur les points d'allumage spontané (voir le tableau, et notamment deux expériences à la même pression concernant l'alcool méthylique). On peut cependant retrouver les mêmes chiffres, à quelques degrés près, si l'on observe bien le *modus operandi*.

Pour les mélanges de carburants et huiles de familles voisines et parfaitement miscibles, les variations de la température d'allumage se représentent par des lignes brisées ne comportant que deux droites qui se raccordent sous un certain angle qu'on peut considérer comme vif. Pour les mélanges de substances nettement différentes de l'essence non aromatique, mais qui ne sont pas des composés organo-métalliques, les lignes brisées comportent deux points anguleux et trois droites. Dans le cas de l'eau émulsionnée avec l'essence, la dernière portion de droite du graphique est remplacée par une courbe exponentielle montant verticalement; l'eau joue alors son rôle d'extincteur. Dans le cas de l'acide acétique qui relève d'abord la température d'allumage et du nitrobenzène qui l'abaisse, l'addition de grandes quantités de ces corps à l'essence amène *in fine* une montée rapide de ladite température. L'aldéhyde éthylique commence, à de très faibles doses, par réduire brusquement la température d'allumage, à l'inverse des antidétonants. C'est un énergique prodétonant qui reste ensuite détonant.

Le « motyl », solution à 25 pour 100 de ferpentacarbonyle, commence par élever brutalement la température d'allumage pour de très faibles pourcentages de ce produit dans le mélange, puis la fait tomber rapidement en dessous de la température d'allumage de l'essence essayée. Cet antidétonant paraît beaucoup plus efficace que l'« éthyl », mélange à 50 pour 100 de plomb tétraéthyle et de bromure d'éthyle. Le graphique de celui-ci présente trois points anguleux et quatre droites, de même qu'un autre antidétonant : l'aniline. Toutefois, si l'aniline accroît toujours la température d'allumage et surtout pour de petites additions à l'essence, l'éthyl agit comme le motyl; c'est aussi *un antidétonant qui est détonant à grande dose.*

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'effet Volta dans la vapeur d'eau et dans l'hydrogène.* Note de M. **Emmanuel Dubois**, présentée par M. A. Cotton.

J'ai signalé (¹) l'intérêt que présentait pour l'étude de l'effet Volta le chauffage électrique dans le vide de l'une des deux électrodes en présence. J'ai également recherché l'influence de la vapeur d'eau : si une électrode, préalablement déshydratée par chauffage dans le vide, est ensuite mise en présence de vapeur d'eau, elle devient électropositive.

J'ai repris ces recherches en opérant, avec une rigueur plus grande, de la manière suivante : l'appareil est divisé en deux compartiments A et B, isolés par un robinet; le vide peut être fait soit isolément, soit simultanément dans A et B. Les deux électrodes, comme lors des recherches antérieures, sont une spirale fixe S, placée dans A, et un cylindre mobile C. On fait agir la vapeur d'eau sur S, en faisant pénétrer ce gaz dans A. Pendant cette action, l'électrode C est laissée dans B, où le vide est maintenu, On fait ensuite le vide dans A et c'est alors seulement que l'on mesure l'effet Volta entre S et C. De cette manière C reste constamment dans le vide; son état reste donc invariable; C peut alors servir d'électrode de comparaison et nous donne exactement la variation de l'effet Volta, produite par le séjour de S dans la vapeur d'eau.

Les résultats obtenus par cette méthode confirment dans leur ensemble ceux déjà obtenus sur l'action de la vapeur d'eau.

J'ai utilisé également le nouvel appareil à la recherche de l'action de l'hydrogène, pour des électrodes d'argent, de cuivre, de nickel et de palladium. Cette action est en général peu marquée. Dans le cas du palladium on pourrait s'attendre à obtenir des variations considérables de l'effet Volta, par immersion de ce métal dans l'hydrogène : les variations de l'effet Volta observées après une immersion de plus d'une heure sous la pression de 10^{cm} de mercure ne dépassent pas 0,2 volt, le palladium devenant électronégatif.

(¹) *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 1424; 185, 1927, p. 110, et 186, 1928, p. 1832.

OPTIQUE. — *Sur la complexité des termes du spectre de résonance des vapeurs de tellure.* Note (¹) de M. **Witold Kessel**, présentée par M. M. de Broglie.

L'étude des phénomènes de résonance optique que présentent les vapeurs diatomiques et dont l'analyse avait été faite surtout dans le cas de la vapeur d'iode a été étendue récemment aux éléments du sixième groupe du système périodique. On a pu montrer que les vapeurs de tellure, de sélénium (Rakowicz, Ehrenfeucht) et de soufre (²) émettent, sous l'action d'un rayonnement monochromatique, des raies de résonance formant une série dont les divers termes peuvent être représentés par une formule simple. M. Rosen a remarqué de plus que les différents termes des séries de résonance ne sont pas simples, mais présentent une certaine structure, analogue, supposait-il, aux doublets mis en évidence par M. Wood (³) dans la vapeur d'iode. Cependant l'examen plus détaillé n'a pas pu être effectué par M. Rosen.

Ces recherches exigent l'application des spectrographes à forte dispersion qu'on n'a pas pu appliquer avant d'avoir élaboré une méthode permettant d'exciter un rayonnement de résonance très intense.

J'ai pu atteindre ce but en me servant de deux dispositifs, dont on trouvera la description dans un Mémoire plus détaillé.

Les clichés obtenus montrent la présence d'une série bien développée et dont les différents termes présentent des structures fort compliquées. L'élément fondamental de chaque terme consiste en un doublet, composé de raies distantes de $\Delta\lambda = 0,5$ Å avec des intensités inégales. La courbe microphotométrique obtenue au moyen du microphotomètre de Moll montre que la raie de longueur d'onde plus courte est plus intense, comme le montre la partie 1 de la figure se rapportant au doublet λ 4312,2-4312,6.

Il est intéressant de constater que le terme qui correspond à la raie excitatrice est également un doublet caractérisé par la même distance des raies constituantes.

(¹) Séance du 24 juin 1929.

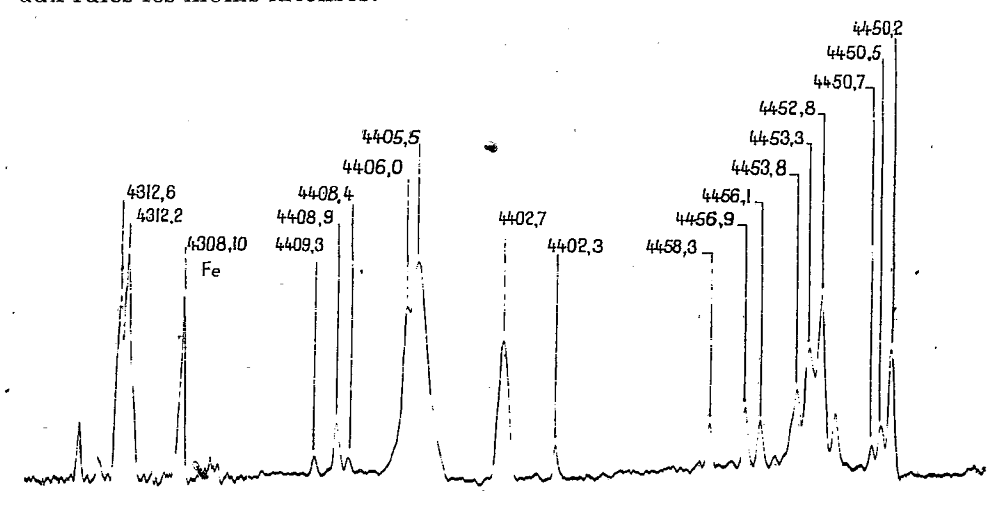
(²) B. Rosen, *Zs. f. Phys.*, 43, 1927, p. 69.

(³) R. W. Wood, *Phil. Mag.*, 35, 1918, p. 236 et 252.

Les fréquences de raies de cette série peuvent être représentées par la formule

$$\nu = 0{,}53n^2 - 246{,}7n + 22942{,}3 \pm \Delta\nu;$$

$\Delta\nu = 1{,}1$ correspond aux raies les plus intenses des doublets et $\Delta\nu = -1{,}1$ aux raies les moins intenses.



Les fréquences des raies observées sont réunies dans le Tableau I.

TABLEAU I.

n.	Valeur observée.	Valeur calculée.
—2	23438,6	23437,8
—1	23188,9	23189,0
—0	22942,3	22942,3
3	22206,8	22207,0
4	21959,7	21964,0

Outre le doublet fondamental nous trouvons encore des termes dont la structure est plus complexe.

La région 2 donne le microphotogramme pour $n = 1$, la région 3 pour $n = 2$.

On voit que ces termes comprennent des raies secondaires; les longueurs d'onde des termes $n = 0$ et $n = 2$ sont données dans le Tableau II.

Tableau II.

$n = 0$. λ.	ν.	$n = 2$. λ.	ν.
4355,4	22959,9	4450,2	22470,6
D 4358,5	22943,9	4450,5	22469,4
D 4358,9	22941,6	4450,7	22468,4
4359,1	22940,2	4451,8	22462,8
4361,5	22927,9	D 4452,8	22457,7
4361,9	22925,84	D 4453,3	22455,2
		4453,8	22453,7
		4455,4	22444,7
		4456,1	22441,1
		4456,9	22437,1
		4458,3	22429,8

Les raies marquées par D représentent le doublet fondamental.

Les raies secondaires sont, en général, plus faibles que le doublet fondamental et demandent à être étudiées plus à fond, ce qui d'ailleurs a lieu actuellement. Proviennent-elles d'une excitation secondaire ou bien d'un mécanisme plus complexe que ne le prévoit la théorie de Lenz d'émission des spectres de résonance ? Pour le moment il n'est pas possible de préciser leur origine.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Action des hautes températures sur quelques sulfures métalliques.* Note de M. **Picon**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Dans l'étude qu'il a faite en 1898 sur différents sulfures métalliques, Mourlot en utilisant le four à arc de Moissan avec ou sans tube de carbone a constaté la dissociation d'un certain nombre de ces composés sous l'action du graphite et de la chaleur, mais il n'a pu par contre ni volatiliser ni décomposer les sulfures de magnésium, de manganèse et d'aluminium.

Nous avons étudié à nouveau (¹) l'action du carbone sur quelques sulfures à très haute température mais en opérant dans le vide et en utilisant un four à résistance de carbone décrit en 1924 en collaboration avec M. Lebeau.

Nous avons alors montré que les sulfures de fer et de chrome se dissociaient à des températures inférieures à 1500°; que, par contre, le sulfure de manganèse résistait à la dissociation et à l'action du carbone, mais qu'il était volatil et pouvait distiller dès 1350°.

(¹) Picon, *Bulletin de la Société chimique*, 4ᵉ série, 41, 1927, p. 189.

Nous publions aujourd'hui les résultats obtenus avec de nouveaux sulfures : ceux de magnésium et d'aluminium irréductibles et non volatils au four Moissan à tube, puis les sulfures des métaux de la sixième colonne de la classification périodique, soit après le chrome déjà employé, le molybdène, le tungstène et l'uranium.

Sulfure de magnésium. — Ce corps préparé par l'action du magnésium sur le soufre a été privé de l'excès de métal qu'il contenait par chauffe d'une heure dans le vide à 1100° dans des nacelles de graphite. Dans notre four à vide à tube de carbone à 1200° ce composé perd 3 pour 100 de son poids en 2 heures et 76 pour 100 en 3 heures à 1300°. Si l'on mélange ce sulfure à du graphite il ne s'altère pas plus rapidement. Le produit qui distille contient 86 pour 100 de sulfure de magnésium, du magnésium à l'état métallique et du carbone. Il y a donc volatilisation accompagnée d'une faible dissociation.

Sulfure d'aluminium. — Ce corps a été obtenu exempt d'oxyde et ne contenant que de faibles quantités de métal libre (0,5 pour 100 environ) en utilisant l'action décrite par Mourlot au four électrique du sulfure d'antimoine sur l'aluminium. Toutefois nous n'avons d'abord chauffé qu'à 750° dans l'hydrogène, puis à 1000° dans le vide pour volatiliser l'antimoine et l'excès de sulfure d'antimoine. Ce sulfure à 1300° dans le vide perd en 1 heure 1 pour 100 de son poids, 4 pour 100 à 1400° et 15 pour 100 à 1500°; le produit qui distille contient comme dans le cas du sulfure de magnésium de l'aluminium libre, du carbone et environ 92 pour 100 de sulfure d'aluminium. Il y a donc ici encore volatilisation avec légère dissociation.

Sulfure de molybdène. — Parravano et Malquori ont indiqué récemment que ce composé était attaqué par le graphite dès 805° mais que la dissociation était encore incomplète entre 1400 et 1500°.

Nous avons préparé ce corps par la méthode de Guichard et nous avons constaté qu'en 6 heures à 1100° dans le vide et dans un tube de quartz il perd le tiers de son soufre, donc sans action du graphite. Après 2 heures à 1200° dans un tube de carbone il y a volatilisation de 50 pour 100 du sulfure et le résidu chauffé ne contient plus que 1,6 pour 100 de soufre, ce qui montre une dissociation très nette.

A 1400°, le produit distille rapidement dans le vide mais en se dissociant partiellement, ce qui empêche de recueillir un composé nettement défini.

Sulfure de tungstène. — Defacqz a déjà indiqué que ce composé était stable à la température de ramollissement de la porcelaine mais complètement désulfuré au four à arc. Notre sulfure a été préparé par la méthode

du précédent auteur et privé des traces (0,4 pour 100) de soufre libre qu'il contenait par l'action du vide dans un tube de quartz à 1100°, température à laquelle le corps est parfaitement stable même en présence de graphite.

A 1200° en 2 heures, le corps perd 60 pour 100 de son soufre, qu'il soit ou non mélangé à du graphite. A 2000° la désulfuration est rapidement totale sans volatilisation et le résidu du tungstène ne se carbure qu'à partir de 2100°.

Sulfure uraneux. — Le produit a été préparé à l'état cristallisé par la méthode de Colani légèrement modifiée. Ce dernier auteur a déjà montré que ce sulfure est stable vers 1000°-1100° et ne fond pas à cette température.

Ce n'est en effet qu'à partir de 1300° que la dissociation du composé se produit. Il y a une perte de poids de 2 pour 100 en 1 heure et de 4 pour 100 pendant le même temps à 1400°. A cette température la volatilisation est encore insignifiante. Entre 1500 et 1600° on peut distiller du produit, mais après une condensation il est amorphe, contient 3 à 5 pour 100 de carbone libre et un léger excès de soufre (2 à 3 pour 100). A 1600 ce sulfure fond. A 1800° la volatilisation, plus rapide, s'accompagne toujours d'une faible dissociation.

En résumé, les sulfures de la sixième colonne de la classification périodique, de même que ceux d'aluminium et de magnésium dont la volatilisation n'avait pas encore été signalée au four à arc Moissan avec tube de carbone, sont des corps volatils ou dissociables dès 1200 à 1300°. Ces sulfures sont tous dissociables dans le vide; mais les deux derniers le sont peu. Toutefois on ne peut obtenir par distillation dans le vide des sulfures purs et cristallisés.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Quelques relations entre la constitution chimique, l'absorption et la fluorescence des alcaloïdes.* Note de M. **A. Andant**, présentée par M. A. Cotton.

Au cours de l'étude spectrographique de la fluorescence des alcaloïdes en vue de leur identification pratique, sont apparues quelques relations entre leur fluorescence, leur absorption et leur constitution chimique.

La méthode d'observation de la fluorescence a déjà été décrite ici (1).

(1) *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 1068; 185, 1927, p. 713.

Elle se résume ainsi : excitation de la fluorescence de la poudre par une radiation monochromatique du mercure; photographie du spectre visible et ultraviolet; tracé à l'aide du microphotomètre enregistreur des courbes relatives aux divers clichés. Sur ces courbes, on repère en longueur d'onde le début, la fin de la fluorescence et les maxima d'intensité. Ces groupes de valeurs sont caractéristiques des alcaloïdes et permettent de les classer en quatre séries :

1° Spectres de fluorescence extrêmement faibles ou inexistants :

Morphine-Cocaïne-Strychnine-Brucine.

2° Spectres de fluorescence étalés uniquement dans la partie visible ($\lambda > 4000$ Å) :

Hydrastinine.

3° Spectres de fluorescence étalés uniquement dans la partie ultraviolette ($\lambda < 3500$ Å) :

Atropine-Hyoscyamine.

4° Spectres de fluorescence étalés dans les parties visible et ultraviolette :

Ésérine, Novocaïne, Caféine, Théobromine, Hydrastine, Codéine, Quinine, Quinidine, Cinchonine, Cinchonidine.

Tous ces alcaloïdes ont des constitutions chimiques bien établies, et des relations simples existent entre plusieurs d'entre eux; il est dès lors possible de rapprocher les observations de fluorescence de ces constitutions.

1° Les alcaloïdes isomères ont des fluorescences identiques ou très semblables quelles que soient les excitations :

Atropine et hyoscyamine;
Quinine et quinidine;
Cinchonine et cinchonidine;
Théobromine et théophylline.

2° La substitution d'un groupe méthyle -CH^3 ou d'un groupe méthoxyle -$O.CH^3$ à un atome d'hydrogène du noyau renforce l'intensité de la fluorescence et déplace son maximum du côté des grandes longueurs d'onde :

Quinine et cinchonine.... (— CH^3) (déplacement 230 Å).
Caféine et théobromine... (— $O.CH^3$) (déplacement 400 Å).

Cette influence nette des groupes CH^3 et $O.CH^3$, observée ici sur des

dérivés des noyaux complexes xanthine et quinoléine, est en plein accord avec les observations faites sur les dérivés analogues, plus simples, du noyau benzénique.

3° L'éthérification d'une fonction phénol du noyau provoque le renforcement de l'intensité de la fluorescence et le déplacement du spectre du côté des courtes longueurs d'onde :

Morphine et son éther méthylique la codéine.

4° Les sels d'alcaloïdes présentent dans des conditions identiques des fluorescences un peu plus intenses que les bases correspondantes ; les spectres sont plus étalés du côté des grandes longueurs d'onde et les maxima d'intensité caractéristiques de la base sont légèrement déplacés dans le même sens : c'est ce qui fait paraître la fluorescence plus intense à l'œil, la proportion de radiations visibles dans le spectre ayant notablement augmenté :

Quinine et son sulfate,
Quinine et son chlorhydrate,
Ésérine et son salicylate,
Morphine et son chlorhydrate.

Des variations dans le même sens avaient été observées sur les absorptions.

5° Les alcaloïdes dont les bandes d'absorption intenses se trouvent dans la partie ultraviolette extrême du spectre ne deviennent fortement fluorescents que pour l'excitation par les radiations de très courtes longueurs d'onde : le spectre de fluorescence est étalé uniquement dans la région ultraviolette.

Ce cas est typique avec l'atropine et son isomère l'hyoscyamine, dont les bandes d'absorption ont leurs maxima à 2642, 2580 et 2525 Å et les bandes de fluorescence à 2900, 2825 et 2760 Å. Les fluorescences en lumière ultraviolette filtrée (3650 Å) sont très peu intenses et ne peuvent pas être photographiées.

6° Les spectres de fluorescence diffèrent peu qualitativement quand on change la radiation excitatrice, mais plus celle-ci se rapproche des bandes d'absorption, plus la fluorescence devient intense.

Les observations précédentes confirment les quelques règles qui sont connues sur les relations entre la fluorescence et la constitution chimique et montrent que la complexité du noyau semble ne rien changer à l'action des groupes que l'on peut y fixer.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Équilibres micellaires et équilibres de membranes.* Note de MM. **J. Duclaux** et **R. Titeica**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

L'attention accordée aujourd'hui aux équilibres de membranes (ou de Donnan), en raison du rôle qu'ils jouent en physiologie, a fait un peu oublier que les solutions colloïdales sont déjà par elles-mêmes des systèmes en équilibre, même en l'absence de toute membrane, et que la théorie de ces équilibres n'est pas faite. Cependant on ne comprend pas comment on pourrait expliquer la réaction mutuelle de deux liquides complexes avant de connaître séparément leur constitution.

Dans les liquides colloïdaux, on distingue la micelle, analogue de la molécule dissoute, et le liquide intermicellaire qui l'environne. Cette notion ne serait ni claire ni utile si l'on ne pouvait pas définir exactement le liquide intermicellaire et si l'on ne connaissait pas un moyen de l'isoler. On emploie pour cela l'ultrafiltration; mais la signification théorique de cette opération n'est pas évidente. En effet il n'est pas sûr qu'elle donne le liquide intermicellaire sans altération, puisque dans tous les cas où la théorie de Donnan s'applique, l'on sait que le liquide extrait par ultrafiltration n'est pas identique à celui qui baigne les micelles. Si cet *effet Donnan* se produisait toujours, il faudrait renoncer à connaître la composition du liquide intermicellaire ou même à le définir.

Cependant parmi les expériences déjà faites, il en est, et notamment celles de Wintgen, qui conduisent à une conclusion toute différente. Nous avons en conséquence repris l'étude de cette question.

On sait que dans les hydrosols ferriques produits par hydrolyse du chlorure à 100°, les micelles retiennent toujours du chlore. Elles le perdent progressivement par dilution ou par dialyse. Il y a donc un équilibre entre la quantité de chlore contenu dans la micelle et la quantité existante en dehors de la micelle. Pour faire varier les conditions de cet équilibre, on peut extraire par ultrafiltration une partie du liquide : celui-ci ne renferme que de l'acide chlorhydrique sans fer, car les micelles qui contiennent la totalité du métal sont retenues par la membrane ultrafiltre. Les résultats généraux de l'expérience sont les suivants :

Pour un hydrosol déterminé, la composition du liquide ultrafiltré est indépendante de la pression de filtration. Elle ne change pas lorsque les micelles se

concentrent. Enfin, dans nos essais, elle a été indépendante de la nature de la membrane ultrafiltre (cellulose, nitrocellulose, acétocellulose).

Il suit de là qu'on peut réellement définir un liquide intermicellaire et que ce liquide est celui que l'on extrait par ultrafiltration. L'équilibre doit être traité comme un cas d'équilibre hétérogène : deux phases sont en présence et leur composition individuelle ne dépend pas de leurs proportions relatives.

Il n'en serait pas de même si, par une filtration plus fine, nous arrivions à extraire de l'hydrosol, non plus le liquide intermicellaire, mais de l'eau pure. Dans ce cas, la composition des micelles changerait. Les rapports de la micelle avec le liquide intermicellaire sont donc tous différents de ce qu'ils sont avec le solvant pur et il faut tenir compte de ce fait dans toutes les théories, qui, comme celle de Donnan, font intervenir les concentrations ioniques. C'est seulement quand le liquide intermicellaire est de l'eau pure que les deux cas se confondent ; mais il est douteux que cette condition soit jamais complètement réalisée.

Nous avons constaté les mêmes phénomènes avec l'hydrosol de ferrocyanure de cuivre ; l'explication reste la même. L'invariabilité de la composition du liquide ultrafiltré a été constatée aussi avec des solutions de rouge congo et de caramel. Des expériences sont en cours avec les hydrates de chrome et de thorium.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les cupro-aluminium au manganèse, à l'étain et au cobalt.* Note [1] de M. **Ernest Morlet**, présentée par M. Léon Guillet.

J'ai étudié un certain nombre de cupro-aluminium spéciaux, riches en cuivre, afin de préciser l'influence des additions sur la position du point de transformation, sur les propriétés physiques et la structure micrographique en fonction des traitements thermiques.

Cupro-aluminium au manganèse. — J'ai trouvé que le manganèse entre en solution dans les constituants α et γ et ne donne lieu dans aucun cas à la formation d'un constituant spécial.

Les principaux alliages étudiés nous ont donné les résultats suivants :

---

(1) Séance du 1er juillet 1929.

Composition.			Transformation eutectoïde.			
Cu.	Al.	Mn.	Chauffage.	Refroidissement.	Résistivité électrique.	Dureté Brinell.
89,07	9,33	1,05	470-550	480	57,32	95
88,14	9,07	2,16	480-520	480	75,40	96
86,03	10,34	2,94	470-680	455	90,33	105
86,09	9,10	3,87	480-670	465	98,55	114
84,47	9,56	5,20	460-670	440	109,60	121
83,32	9,44	5,92	470-650	450	120,70	130

L'anomalie à 470°-550° est représentée par un double pointement qui tend, lorsque la teneur en manganèse s'élève, vers un pointement unique de plus grande amplitude. Le manganèse ne provoque pas de rejet de la transformation au refroidissement lent; par refroidissement à l'air, on obtient une trempe, le point de transformation descendant à 300° environ; par refroidissement à l'eau, on obtient de la martensite, en plus ou moins grande quantité suivant le genre de constitution réalisé dans le chauffage avant trempe ($\alpha + \beta$ ou β seul).

La résistivité électrique et la dureté sont nettement augmentées par l'addition de manganèse.

Cupro-aluminium à l'étain. — Robin avait autrefois signalé l'obtention de martensite dans certains de ces alliages, à l'état brut de coulée : il avait aussi laissé entrevoir la possibilité d'autotrempe; nous n'avons pas obtenu ce phénomène.

Lorsque la teneur en aluminium est inférieure à 8 pour 100 et celle en étain à 6 pour 100, ce dernier métal entre en solution; aux teneurs plus élevées, et à l'état brut de coulée ou recuit, on a un constituant spécial δ, d'aspect blanc brillant avec fond granulé bleu au centre des cristallites ou des réseaux; le constituant α est fin et divisé, en forme d'aiguilles, sur un fond foncé de γ; mais ces aiguilles ne sont pas de la martensite; d'ailleurs, l'étain ne décale que très peu la température de transformation au refroidissement.

Par trempe à l'eau, on obtient bien de la martensite, le constituant δ entrant lui-même en solution, totalement pour les températures très élevées de trempe; par revenu à 600°, ce constituant reparaît.

L'étain apporte la fragilité et entraîne la formation de microretassures:

Cupro-aluminium au cobalt. — Dans les cupro-aluminium de composition voisine du Cu = 90 — Al = 10, le cobalt ne produit aucun rejet des points de transformation. Il entre en solution pour une teneur à 1,27 pour 100 dans les alliages de structure α et 1,66 pour 100 pour les alliages α + eutec-

toïde. Au delà de ces teneurs, il apparaît un constituant spécial, aiguilles en réseau pour les alliages de structure α et en cristallites blanches pour ceux de la zone α + eutectoïde. Il n'entre pas en solution par trempe dans la zone α. Il disparaît par trempe à 900° dans la zone α + eutectoïde, la structure est alors martensitique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur la préparation d'éthers glycériniques des amino-acides gras*. Note de MM. **Weizmann** et **L. Haskelberg**, présentée par M. Béhal.

La préparation des éthers-sels glycériniques des α-amino-acides, ainsi que celle des éthers glycériniques mixtes des acides gras et des amino-acides gras, présente un certain intérêt, non seulement du point de vue chimique, mais également du point de vue biochimique, bien que l'existence de telles combinaisons dans les cellules et dans les tissus ne soit pas encore démontrée.

L'emploi de ces combinaisons est surtout important pour l'étude des ferments. Avec elles on pourra déterminer si l'activité du ferment dépend de la nature du radical acide. Si elle n'en dépend pas, il est indifférent que l'éther-sel dérive d'un acide gras ou d'un amino-acide; dans le cas contraire l'un des éthers pourra être dédoublé et l'autre demeurer intact.

On peut encore envisager le cas où l'attaque des ferments se ferait sur le radical glycérine, mais ceci est peu probable; puisque R. Willstätter et ses collaborateurs ont confirmé que les estérases (ferments des éthers glycériniques inférieurs, surtout de la tributyrine) sont différents des lipases (ferments des glycérides supérieurs), et cette différence serait incompréhensible si l'attaque se faisait toujours sur la partie glycérine.

Les premiers essais synthétiques sur la préparation des éthers glycériniques des acides aminés sont dus à E. Abderhalden et M. Guggenheim [1]. Plusieurs méthodes de synthèse employées par ces savants n'ont pas donné de résultats positifs. Il faut cependant mentionner que ces auteurs ont réussi à obtenir une combinaison de tyrosine avec la glycérine, mais qui n'est pas un éther-sel; c'est un éther-oxyde dérivé de l'oxhydrile de la tyrosine. R. Alpern et Ch. Weizmann [2] ont essayé d'obtenir ces éthers-sels

[1] Abderhalden et Collaborateurs, *Ztschrf. f. physiol. Chemie*, 65, 1910, p. 53 et 59; 72, 1911, p. 50.

[2] R. Alpern et Ch. Weizmann, *Journ. Chem. Soc.*, 99, 1911, p. 84.

par action du dérivé potassé de la phtalimide sur les éthers glycériniques des acides gras α halogénés, mais sans résultat.

L.-C. Maillard (¹), dans son travail sur la condensation des acides aminés en présence de glycérine, remarque qu'il se forme des éthers glycériniques instables des acides aminés.

Le premier éther glycérinique d'un acide aminé fut préparé par l'un de nous (²).

La présente Note a pour but de décrire quelques éthers aminés de la glycérine.

Nous avons préparé les éthers glycériniques du glycocolle et de l'alanine racémique par l'action du sel de sodium de l'acide aminé correspondant sur l'α-monochlorhydrine. Le mélange s'échauffe fortement, on termine la réaction en chauffant une heure au bain-marie. On reprend par l'alcool méthylique à froid, et, après filtration, on précipite l'éther formé par addition d'éther ordinaire. Rendement, 20-30 pour 100. L'éther glycérinique du glycocolle est un solide qui fond entre 160-170° et se décompose vers 250°; il est facilement soluble dans l'eau, hygroscopique. La solution aqueuse est fortement alcaline et donne, après un certain temps, de la réaction de la ninhydrine (hydrate de tricétohydrindène). Ce corps est à peu près insoluble dans la plupart des solvants usuels, sauf le méthanol.

L'éther correspondant de l'alanine fond à 219° et possède les mêmes propriétés générales.

Nous avons aussi préparé les éthers glycériniques mixtes des acides gras et des acides aminés en faisant agir les sels de sodium secs des acides aminés sur un α.β-diéther d'acide gras de l'α-iodhydrine. Les matières premières ont été préparées par la méthode de E. Fischer (³), ce sont : l'α.β-distéaryl-α-iodhydrine (P. F. 52°,5) et l'α.β-dipalmityl-α-iodhydrine (P. F. 43°,6), insoluble dans l'eau, soluble dans la plupart des solvants usuels. Rendement, 82 pour 100. Les glycérides correspondantes se préparent avec un rendement de 40-50 pour 100, ce sont : α-glycyl-α'.β-dipalmitylglycéride (P. F. 215°), α-glycyl-α'.β-distéarylglycéride (P. F. 170°), α-dl-alanyl-α'.β-dipalmitylglycéride (P. F. 216°), α-dl-alanyl-α'.β-distéarylglycéride (P. F. 233°), α-dl-leucyl-α'.β-dipalmitylglycéride (P. F. 219°), dl-α-leucyl-α'.β-distéarylglycéride (P. F. 150°).

Tous ces corps sont solubles dans l'eau chaude, leur solution aqueuse

---

(¹) L.-C. Maillard, *Comptes rendus*, 153, 1911, p. 1078-1080.

(²) A. Fodor et M. Weizmann, *Ztschrf. f. physiol. Chemie*, 154, 1926, p. 200.

(³) Emil Fischer, *Ber. d. Deuts. chem. Ges.*, 53, 1922, p. 1624.

reste louche et, par refroidissement, ils se précipitent sous forme de gel ou pseudogel. Ils sont solubles dans l'alcool méthylique et éthylique à chaud, insolubles dans la plupart des autres solvants usuels.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la polymérisation de l'éthylène par l'effluve. Synthèse du butène et de l'hexène.* Note [1] de MM. **Georges Mignonac** et **René Vanier de Saint-Aunay**, présentée par M. Paul Sabatier.

Nous avons pu [2] mettre en évidence le mécanisme de l'action de l'effluve sur l'acétylène en limitant la polymérisation de ce gaz à la formation de trimères dont nous avons donné la constitution.

Il nous a paru intéressant de chercher à réaliser de même la polymérisation de l'éthylène et nous avons pensé qu'ici les premiers termes seraient encore plus faciles à isoler et à caractériser que dans le cas de l'acétylène.

L'éthylène sous l'influence de l'effluve peut être transformé en carbures liquides; cette transformation observée pour la première fois en 1873 par P. et A. Thénard [3] a donné lieu, depuis, à de nombreux et intéressants travaux. Berthelot [4], Jovitschitsch et Losanitsch [5], Demjanow et Prjanischnikow [6] ont cherché à préciser la nature des carbures obtenus. Ceux-ci sont, le plus souvent, constitués par un mélange complexe de substances de poids moléculaire élevé (P. M. = 190 à 400), dont la composition varie avec les conditions expérimentales. Berthelot a retiré de ce mélange un carbure auquel il attribue la formule $(C^8H^{14})^n$, correspondant à une condensation de l'éthylène avec perte d'hydrogène. Jovitschitsch et Losanitsch, Demjanow et Prjanischnikow ont signalé des hydrocarbures $(C^2H^4)^n$ qu'ils considèrent comme des polymères de l'éthylène. En aucun cas la constitution de ces corps n'a pu être déterminée.

Nous avons traité l'éthylène dans un appareil permettant de soustraire

(1) Séance du 24 juin 1929.

(2) G. Mignonac et R. Vanier de Saint-Aunay, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 959.

(3) P. et A. Thénard, *Comptes rendus*, 76, 1873, p. 1513.

(4) Berthelot, *Comptes rendus*, 126, 1898, p. 569.

(5) Losanitsch et Jovitschitsch, *Ber. d. Deut. chem. Gesel.*, 30, 1897, p. 138. — Jovitschitsch, *Mon. für Chemie*, 29, 1908, p. 5. — Losanitsch, *Ibid.*, 29, 1908, p. 753; *Ber. d. Deut. chem. Gesel.*, 40, 1907, p. 4664.

(6) Prjanischnikow, *Ber. d. Deut. chem. Gesel.*, 61, 1928, p. 1358. — Demjanow et Prjanischnikow, *Journ. Soc. Ph. Ch. russe*, 58, 1926, p. 462-473.

rapidement les produits de condensation à l'action prolongée de l'effluve. Pour cela, nn tube à effluve, rappelant le tube de Berthelot, est engagé dans un circuit fermé qui comprend, en outre, une série de condenseurs et une pompe de circulation. Un débitomètre permet de mesurer, à chaque instant, la vitesse du courant gazeux dans le circuit. D'autre part, au moyen du voluménomètre, servant à l'introduction de l'éthylène, on peut se rendre compte de la vitesse de la polymérisation.

L'effluveur, dont on maintient l'électrode intérieure à + 10° et l'électrode extérieure à 0°, est alimenté par un courant de haute fréquence produit par un appareil de d'Arsonval. On règle convenablement ce courant pour réaliser, autant que possible, la polymérisation sans perte d'hydrogène. Les condenseurs sont maintenus à — 60°, et, au moyen de la pompe, on fait circuler l'éthylène avec rapidité dans le tube à effluve. Dès le passage du courant la polymérisation commence et, peu après, apparaît dans les condenseurs un liquide incolore.

Dans une opération bien conduite, on peut transformer en carbures liquides 90 à 95 pour 100 de l'éthylène mis en œuvre.

Les carbures liquides, incolores, recueillis dans le condenseur peuvent être immédiatement séparés par distillation en deux fractions importantes, l'une bouillant vers — 2°, l'autre vers + 70°.

Nous avons identifié ces carbures au moyen de leurs ozonides. La première fraction est essentiellement constituée par du butène 1, la deuxième par de l'hexène 1.

La présence du butène et de l'hexène nous permet de montrer que le mécanisme de la polymérisation de l'éthylène est analogue à celui que nous avons déjà indiqué pour l'acétylène. Sous l'influence de l'effluve un certain nombre de molécules d'éthylène sont activées et ces molécules actives peuvent être fixées par les molécules non activées :

$$\begin{array}{l} CH^2=CH^2 \\ \uparrow \quad\; \uparrow \\ H - CH=CH^2 \end{array} \rightarrow \underset{\text{Butène 1.}}{CH^3-CH^2-CH=CH^2}$$

La molécule de butène, fixant une molécule d'éthylène activée, conduit ensuite à l'hexène :

$$\begin{array}{r} CH^3-CH^2\,CH=CH^2 \\ \uparrow \quad\; \uparrow \\ H - CH=CH^2 \end{array} \rightarrow \underset{\text{Hexène 1.}}{CH^3-CH^2-CH^2-CH^2-CH=CH^2}$$

Ici nous avons pu isoler le premier terme de la polymérisation : le

butène. Dans le cas de l'acétylène nous n'avions pu nettement caractériser que les trimères.

Ce mécanisme peut d'ailleurs être confirmé expérimentalement. En effet, en réalisant une circulation rapide de l'éthylène et en maintenant les condenseurs à — 80° on obtient surtout le *dimère* (butène); tandis qu'avec une condensation moins énergique, permettant le retour du butène dans l'effluveur, on obtient surtout le *trimère* (hexène).

CRISTALLOGRAPHIE. — *Sur la structure cristalline du borure de thorium.* Note de M. G. **Allard**, présentée par M. G. Urbain.

J'ai étudié, par la méthode des poudres, un borure de thorium préparé par M. L. Andrieux [1] et répondant à la formule ThB^6; le rayonnement utilisé était celui du cuivre; les raies figurant sur le cliché sont très exactement celles d'un réseau cubique simple ayant pour arête $a = 4,32$ Å.

Le tableau suivant donne la notation (pqr) des plans réticulaires, la valeur calculée θ_c de l'angle de diffraction correspondant, et leur valeur mesurée θ_m. J'y ai joint, dans une dernière colonne, la valeur de l'expression $\left(\frac{a}{d_{pqr}}\right)^2$, d_{pqr} étant l'équidistance mesurée des plans (pqr), expression qui, d'après la théorie, doit être égale à $p^2+q^2+r^2$.

Notation.	θ_c.	θ_m.	$\left(\frac{a}{d_{pqr}}\right)^2$.
	° ′	° ′	
100	10.15	10.15	1
110	14.34,5	14.33,5	1,996
111	17.57	17.56,5	2,997
200	20.51	20.48,5	3,986
210	23.27	23.22	4,968
211	25.50,5	25.50	5,997
220	30.13	30. 8	7,959
221-300	32.16	32.11	8,960
310	34.14,5	34. 8	9,987
311	36.10	36. 5	10,955

La densité [2] mesurée du borure de thorium étant 6,27, on peut calculer la masse M d'un volume égal à 6,06.10²³ mailles :

$$M = 6,27 \times 6,06.10^{23} \times (4,32.10^{-8})^3 = 306,3.$$

(1) L. Andrieux, *Thèse*, Paris, 1929.
(2) L. Andrieux, *loc. cit.*, p. 59.

La masse moléculaire correspondant à la formule ThB^6 est 297. On peut donc en conclure qu'il y a une seule molécule ThB^6 par maille.

Pour satisfaire à la symétrie cubique, on est obligé de placer les six atomes de bore aux sommets d'un octaèdre dont le centre coïncide avec le centre de la maille, l'atome de thorium étant placé, soit au centre, soit aux sommets de la maille.

GÉOLOGIE. — *Observations sur l'âge et le sens des mouvements orogéniques corses*. Note [1] de M. **H. Parent**, présentée par M. Ch. Barrois.

Une étude, commencée en 1926 et poursuivie cette année, me fait concevoir les mouvements orogéniques qui se sont produits en Corse d'une façon qui diffère des interprétations précédentes.

On constate en Corse dans les mouvements tectoniques des phénomènes contradictoires : suivant mes observations, une poussée tangentielle venue de l'*Est*, dont l'importance est soulignée par l'intensité des refoulements contre le massif cristallin et le laminage de l'Est vers l'Ouest du granite alcalin de la bordure, sur une épaisseur moyenne de 10^{km} avec diminution graduelle de l'écrasement, a été précédée d'une poussée venue de l'*Ouest*, qui a donné naissance aux nappes corses superposées aux Schistes lustrés, déjà en partie plissés, mouvement qui a été sans action visible sur le massif granitique *ancien* et qui n'a affecté que les terrains sédimentaires et le granite alcalin de la bordure cristalline.

La poussée tangentielle venue de l'*Est* est caractérisée par le chevauchement vers l'Ouest des Schistes lustrés *au-dessus* du granite (là où il n'y a pas déversement vers l'Est du granite écrasé des nappes); cette poussée Est est *seule* visible dans toute la portion sud, sur les deux tiers du contact de la Corse cristalline et des terrains sédimentaires, de Corte à la mer Tyrrhénienne. Les Schistes lustrés passent nettement, dans cette section méridionale, *au-dessus* du granite, aussi bien du Tavignano au Fium-Orbo qu'au delà, où la surface de charriage disparaît, avec diminution progressive en ce sens des phénomènes de métamorphisme, d'écrasement et de plissement.

A l'ouest de la ligne de contact anormal, qui amène les Schistes lustrés au-dessus du granite, un synclinal de terrains tertiaires (Éocène ?), déversé

(1) Séance du 1er juillet 1929.

vers l'Ouest, est séparé des Schistes lustrés par un anticlinal de granite laminé, renversé dans le même sens ; vers Corte le plissement se complique d'un anticlinal triasique-liasique écrasé en même direction et couché sur la lame granitique et le synclinal tertiaire.

Dans la section nord du contact, le contraste est grand entre le granite laminé de la région de Corte et le granite normal, *ne présentant aucune trace d'écrasement*, de la bordure ouest du bassin éocène de Novella, *en place*, avec poudingue de base *enraciné*, comme l'a démontré M. Eug. Maury, dans les granites ou les gneiss anciens. A l'est du bassin, de l'embouchure de l'Ostriconi à l'Asco, une ligne de contact anormal amène les couches éocènes sur le granite alcalin de la chaîne du Tenda (*recouvert* par les Schistes lustrés et se reliant en profondeur au granite alcalin de la bordure cristalline), ou sur les Schistes lustrés eux-mêmes.

La même série éocène se retrouve dans la nappe de Saint-Florent au Nord-Est : les calcaires lutétiens, le Flysch et ses gabbros, le calcaire cristallin et les schistes supérieurs y sont superposés comme dans le bassin de Novella ; mais en dessous, on trouve en plus les calcaires du Lias, du Rhétien et les différents termes du Trias.

On ne peut douter, en constatant dans la nappe la même succession des couches éocènes, que celle-ci provient (ainsi que celle de Maccinaggio), d'un décollement, avec charriage par simple translation, venant de l'*Ouest*, du bassin de Novella ou de son prolongement nord, entraînant avec lui des terrains secondaires invisibles actuellement en place, sans doute recouverts par la transgression nummulitique, et des lambeaux de granite arrachés du fond du synclinal. Les gabbros de la Navaccia, charriés avec l'Éocène, n'existent d'ailleurs pas au delà, en région granitique.

A cette poussée Ouest a succédé la poussée *Est*, déjà constatée dans la moitié sud de la Corse, qui semble avoir amené, par la surélévation et l'arrivée au jour du granite du Tenda au sein des Schistes lustrés, *refoulés vers l'Ouest*, la formation d'une barrière protégeant de l'écrasement le bassin tertiaire de Novella.

Une section centrale, comprise entre l'Asco et le Tavignano, présente une grande complexité : c'est qu'ici le refoulement *Est* de la masse des Schistes lustrés contre la bordure cristalline n'a pas été entravée par la venue au jour d'un massif granitique analogue à celui du Tenda et a été intense. En outre, il existe dans cette région, en poussée *Ouest*, deux nappes distinctes : la première, composée de Trias, d'Infralias, de Lias, d'Éocène moyen (Pedani, Orianda, Piedigriggio, Francardo, Pinzalacchio et d'in-

nombrables lambeaux), qui doit avoir le même mode de formation, la même origine que celle de Saint-Florent; la deuxième (Omessa), formée de granite, de gneiss, de Crétacé supérieur, de Flysch, originaire de la bordure granitique laminée, étalée vers l'Est.

La continuation en *Corse orientale* du géosynclinal alpin me paraît démontrée par la présence à l'est de la Corse cristalline des différents termes alpins *en place;* dans ces conditions, le mouvement venu de l'*Est* correspondrait à la poussée alpine (et en Corse, comme dans les Alpes, l'*axe tectonique alpin coïnciderait avec l'axe du géosynclinal, avec l'axe sédimentaire*); il aurait été précédé d'une poussée *Ouest*, donnant naissance aux nappes corses, par décollement et simple translation (nappes du deuxième genre de M. P. Termier), poussée sans action visible sur le massif granitique ancien, qui aurait agi seulement par sa pression sur la masse sédimentaire située au delà.

Un Mémoire détaillé précisera bien des points de cette rapide étude et recherchera l'origine de ce mouvement anté-alpin.

OCÉANOGRAPHIE. — *De quelques particularités océanographiques observées sur les côtes de Syrie.* Note de M. **Gruvel**, présentée par M. Mangin.

Au cours des recherches que nous avons effectuées sur les côtes de Syrie en vue de l'établissement d'une *carte de pêche* destinée aux chalutiers, nous avons dû, comme il convient, pratiquer un assez grand nombre de sondages, avec prises de températures, densités, salinités, échantillons d'eau et de fond, etc.

L'étude, au Laboratoire, des documents rapportés, nous a révélé quelques points particulièrement intéressants et sur lesquels nous désirons attirer, dès maintenant, l'attention. Ces recherches pourront être, du reste, complétées au cours d'une prochaine campagne.

Tandis qu'en Méditerranée occidentale (Monaco) les températures du fond, à partir d'une centaine de mètres, restent à peu près uniformes, entre 13 et 14°,5, avec quelques modifications plus ou moins brusques dues, certainement, à des courants profonds, sur les côtes de Syrie, nous avons trouvé, au Nord comme au Sud de Beyrouth, des températures très variables pour des fonds identiques; c'est ainsi, par exemple, que par des fonds de 160^{m}, nous n'avons trouvé qu'une température de 12°,2 tandis

que 100^m plus bas (260^m) à une station voisine, nous avons relevé 17°,6 alors que la température de l'eau de surface était de 18°,5.

Dans une autre station, nous avons observé un bouillonnement considérable en surface, dû à une source d'eau douce importante. La température de l'eau en surface était toujours de 18°,5, tandis qu'à 45^m elle était de 19°,9.

Ces différences de température : 12°,2 et 19°,9, l'une très inférieure, l'autre supérieure de près de 1°,5, à celle de la surface, paraissent dues, précisément à la présence de sources d'eau douce, les unes profondes et amenant de l'eau à une température assez élevée et les autres superficielles, produites par l'infiltration des eaux des rivières, grossies par la fonte des neiges, au moment de l'observation (avril).

Par des fonds dépassant 300^m, nous avons rencontré, en général, des températures à peu près uniformes, oscillant entre 14 et 15°, supérieures, par conséquent, de 1° environ, même à cette profondeur, à celle des eaux de la Méditerranée occidentale.

C'est cette température moyenne plus élevée dans les fonds qui explique, évidemment, que les espèces marines signalées dans une précédente Note comme provenant de la mer Rouge et de l'océan Indien, mers chaudes, aient trouvé sur les côtes de Syrie des conditions biologiques favorables qui n'existent pas dans la Méditerranée occidentale et se soient, à peu près toutes, localisées sur ces côtes où elles ont, en général, pullulé.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une forme de la décharge à la pression atmosphérique.* Note de M. **Maurice Melcion**, présentée par M. G. Ferrié.

Tœpler [1], Kaufmann [2] ont observé entre électrodes de très grande résistivité (bois ou ardoise), à la pression atmosphérique, des décharges dont l'aspect ressemble à celui de la décharge à faible pression. Aubertin [3] a étudié cette décharge et a montré qu'on l'obtenait entre électrodes métalliques de très faible capacité, lorsque le circuit de décharge d'un condensateur est constitué par des tubes étroits remplis d'eau. Le condensateur n'est que très incomplètement déchargé. Pour des distances d'électrodes

(1) Tœpler, *Wied. Ann.*, 63, 1897, p. 109; 66, 1898, p. 671.

(2) Kaufmann, *Ann. der Physik*, 2, 1900, p. 158.

(3) Aubertin, *Le Radium*, 9, 1912, p. 188.

suffisamment courtes, en observant avec un microscope de faible grossissement, on voit une lueur négative violette sur la cathode, séparée d'une lueur anodique rose beaucoup plus longue par un espace sombre.

Nous avons repris l'étude de cette forme de décharge, car elle paraît être celle par laquelle débutent les étincelles avant que l'ionisation soit suffisante pour rendre complètement conducteur le milieu interposé entre les électrodes.

Lorsque le circuit est constitué par des tubes remplis d'eau, très résistants et que la capacité des électrodes métalliques est très faible, l'intensité du courant entre électrodes est limitée à une grandeur insuffisante pour que la décharge puisse évoluer jusqu'à la forme habituelle de l'étincelle. On obtient un aspect analogue à celui de la décharge à très faible pression, car, dans ce cas, la diminution du nombre des molécules gazeuses et de l'ionisation par choc limite aussi l'intensité du courant.

Aubertin n'avait mesuré que le potentiel explosif. Nous avons repris cette étude en déterminant également le courant débité et la différence de potentiel nécessaire à l'entretien de la décharge.

Les électrodes étaient deux fragments de fil de platine de $0^{cm},02$ de diamètre, et $0^{cm},2$ de longueur, scellés dans la paroi, à l'extrémité de tubes de verre de 50^{cm} de long et $0^{cm},3$ de diamètre. Par leurs extrémités opposées aux électrodes, ces tubes étaient réunis aux armatures d'une batterie de bouteilles de Leyde. On ajoutait sur le circuit une grande résistance (100 mégohms), constituée par deux bandes de papier recouvertes d'encre de Chine.

De très grandes résistances construites de la même manière et intercalées entre les pôles de la machine de Holtz permettaient de modifier son débit. La mesure de la différence de potentiel entre électrodes était faite avec un électromètre à feuille d'étain, gradué jusqu'à 13000 volts par comparaison avec un électromètre absolu à cylindres. La feuille et la cage de l'électromètre étaient reliées aux tubes d'eau qui portaient les électrodes par des tubes remplis d'eau, soudés très près de ces dernières. Cette précaution était nécessaire pour éviter que la capacité de l'électromètre puisse se décharger dans l'étincelle par un circuit peu résistant.

Un galvanomètre, intercalé sur le circuit mesurait le débit moyen de la décharge; celle-ci étant discontinue, un téléphone, mis en circuit, donnait une idée de sa fréquence.

Dans l'air atmosphérique, la décharge, sous forme de colonne anodique rose et de lueur cathodique bleue séparées par un espace sombre, est

obtenue pour toute distance d'électrodes inférieure à 3mm. Si l'air est humide, cet aspect se conserve jusqu'à des distances plus grandes, 10mm environ. Le téléphone rend toujours un son d'autant plus aigu que la distance est plus courte, mais qui ne disparaît pas : la décharge est donc discontinue.

On obtient le potentiel explosif en chargeant lentement le condensateur et en observant l'électromètre lorsque la décharge se produit. Pour 2mm de distance, par exemple, on a 5500 volts. Lorsque la décharge s'amorce, la différence de potentiel tombe à 3850 volts. Si l'on arrête la machine de Holtz, le débit moyen diminue, le potentiel entre électrodes remonte et la décharge cesse lorsque celui-ci a atteint à nouveau le potentiel explosif.

Lorsqu'on augmente la distance au delà de 3mm, la courbe qui donne les potentiels explosifs en fonction de la distance ne présente pas de discontinuité. La décharge s'amorce sous la même forme, mais subsiste peu de temps, et passe à un autre aspect qui ressemble beaucoup à la décharge par aigrettes : ce passage est accompagné d'une chute brusque de potentiel. Pour une distance entre électrodes de 5mm, le potentiel explosif est 7800 volts; lorsque la décharge s'amorce, la différence de potentiel tombe à 6800 volts, puis à 5300 lors du changement d'aspect. Si l'on arrête la machine, le potentiel d'extinction ne remonte plus jusqu'au potentiel explosif, mais seulement à 6200 volts.

Lorsque la distance augmente au delà de 7mm, la décharge ne s'amorce plus sous la première forme, mais toujours sous la seconde. L'intensité moyenne durant la décharge reste constante pour les distances entre électrodes qui correspondent à la première forme, et diminue avec cette distance quand la décharge passe à la seconde.

Lorsque la distance est voisine de 3mm, une augmentation du débit de la machine obtenue par variation de la résistance intercalée entre ses pôles fait passer la décharge de la première forme à la seconde. C'est donc lorsque le débit et l'ionisation augmentent que l'aspect évolue vers celui que l'on observe sur les circuits métalliques.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Les Papilionacées-Lotées à acide cyanhydrique.* Note de M. **Paul Guérin**, présentée par M. L. Mangin.

La tribu des Lotées est représentée, en France, par huit genres : *Lotus*, *Tetragonolobus*, *Dorycnium*, *Bonjeania*, *Dorycnopsis*, *Anthyllis*, *Securigera* et *Hymenocarpus*. Si plusieurs espèces de *Lotus* renferment, comme nous l'avons indiqué dans une Note précédente(¹), un glucoside cyanogénétique, nous avons pu constater, au cours de recherches ultérieures, que le même principe se rencontre, à une certaine période au moins de leur végétation, dans les *Tetragonolobus*, *Dorycnium* et *Bonjeania*.

L'examen des *Tetragonolobus siliquosus* Roth (= *Lotus siliquosus* L.) et *T. purpureus* Mœnch (= *Lotus Tetragonolobus* L.), à l'état de plante adulte, nous avait amené primitivement à considérer ces deux espèces comme dépourvues d'acide cyanhydrique. Le fait est bien exact, à ce stade de leur développement, mais il est tout autre, si l'on considère la jeune plantule. Dans ces *Tetragonolobus*, comme chez les *Lotus*, la graine est totalement privée de glucoside cyanogénétique, mais ce dernier apparaît dans les feuilles cotylédonaires, dès leur épanouissement. Trente centigrammes de ces feuilles provoquent, en deux heures, avec le *Tetragonolobus siliquosus* Roth, une coloration rouge du papier picro-sodé et un résultat identique est acquis, dans les mêmes conditions, avec 10^cg seulement de *T. purpureus* Mœnch. Les feuilles cotylédonaires de cette espèce sont, en effet, particulièrement riches en principe cyanogénétique puisqu'elles nous ont fourni, pour 100 parties en poids, 0^g,060 d'acide cyanhydrique.

Les mêmes observations ont été faites avec le *Tetragonolobus biflorus* Ser. (= *Lotus biflorus* Desv.). Tel est aussi le cas des *Dorycnium* (*D. suffruticosum* Vill., *D. herbaceum* Vill., *D. Jordani* Lor. et Barr.) où 4 à 12^cg de feuilles cotylédonaires suffisent à révéler dans cet organe l'existence de glucoside à acide cyanhydrique. En opérant de même sur une vingtaine de centigrammes, le papier picro-sodé a acquis, après 3 heures, une coloration rouge très marquée avec le *Bonjeania hirsuta* Reich. (= *Lotus hirsutus* L.), tandis que le même résultat est obtenu, mais au bout d'une douzaine d'heures seulement, avec le *Bonjeania recta* Reich. (= *Lotus rectus* L.).

Ainsi donc, chez les *Tetragonolobus*, *Dorycnium* et *Bonjeania*, tout comme chez certains *Lotus*, un principe cyanogénétique, qui n'existait pas dans la

(¹) *Comptes rendus*, 187, 1928, p. 1158.

graine, apparaît dans les feuilles cotylédonaires, en quantité relativement notable, semble-t-il, dès le début de la germination. Mais, dans la suite du développement de la plante, selon que l'on considère les *Lotus* ou les autres genres en question, on constate une différence bien marquée. Chez tous les *Lotus* pourvus d'acide cyanhydrique dans les feuilles cotylédonaires, on retrouve le même principe, en plus ou moins grande quantité, dans les feuilles et les tiges, durant le cycle complet de leur végétation (1). Chez les *Tetragonolobus*, *Dorycnium* et *Bonjeania*, au contraire, le glucoside cyanogénétique demeure, on peut dire, là où il a pris naissance : les premières feuilles primordiales s'en montrent déjà totalement privées ou n'en accusent que des traces, et la tige feuillée en est toujours complètement dépourvue (2). C'est ainsi que dans le *Tetragonolobus biflorus* Ser., au moment de la floraison, 30^{cg} de feuilles cotylédonaires, ayant encore conservé toute leur vitalité, font virer au rouge, en moins de 2 heures, le papier picro-sodé, tandis que 3^{g} de tiges feuillées prélevées sur le même pied ne provoquent aucun changement. Aussi, est-il bien difficile, dans ces conditions, de se rendre compte du rôle que peut jouer, chez ces plantes, le glucoside à acide cyanhydrique apparu uniquement dans les feuilles cotylédonaires où il persiste durant tout le cours de la végétation.

En tout cas, si intéressante que soit la localisation chez les *Tetragonolobus, Dorycnium* et *Bonjeania*, d'un composé cyanogénétique analogue à celui que l'on rencontre chez de nombreux *Lotus*, l'existence de ce principe chez les plantes en question n'a rien qui doive surprendre, en raison de l'étroite affinité qui unit les espèces de ces quatre genres, espèces que Linné groupait pour la plupart dans l'unique genre *Lotus*.

Les plantules des *Anthyllis Vulneraria* L. (3) et *A. tetraphylla* L., et celles de *Securigera Coronilla* DC., se montrent dépourvues de principe cyanogénétique. Il en est de même des plantules, des feuilles et des fruits d'*Hymenocarpus circinatus* Savi.

---

(1) Nous indiquerons, dans une Note ultérieure, la teneur en acide cyanhydrique d'un certain nombre de *Lotus*, en montrant les variations qu'on peut observer, dans une même espèce, suivant le lieu et l'époque de la récolte.

(2) Le *Tetragonolobus conjugatus* Ser. se distingue des autres espèces du même genre par la présence d'acide cyanhydrique dans la tige et les feuilles.

(3) G. Bertrand a signalé (*Comptes rendus*, **143**, 1906, p. 972), dans les graines d'*Anthyllis Vulneraria* L., l'absence de glucoside cyanhydrique.

CHIMIE AGRICOLE. — *La chaux active des scories de déphosphoration et des phosphates dits désagrégés*. Note de MM. **Ch. Brioux** et **Edg. Jouis**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Il y a jusqu'à maintenant quelque incertitude sur la teneur en *chaux active* des scories de déphosphoration. MM. Rousseaux et Joret (¹) puis M. Demolon (²) ont montré que, contrairement à l'opinion généralement admise, les scories ne renferment qu'une quantité assez minime de chaux libre, variant de 2 à 7 pour 100.

Mais, à côté de cette chaux libre, il existe des silicates et des silico-phosphates de chaux plus ou moins rapidement décomposables par l'eau chargée de CO^2, avec formation de CO^3Ca qui agit alors comme neutralisant de l'acidité du sol. On manquait jusqu'ici de renseignements précis sur la dose de chaux ainsi libérable et sur la rapidité du phénomène.

L'établissement des courbes de saturation des sols acides par la chaux, courbes qui permettent d'évaluer les quantités de chaux nécessaires pour amener un sol donné à des pH déterminés, nous a paru fournir un moyen assez précis d'étudier la question.

Nos essais ont porté sur deux scories de déphosphoration et sur un phosphate dit « désagrégé » belge présentant la composition suivante :

Tableau I.

	Scorie n° 1.	Scorie n° 2.	Phosphate désagrégé.
Acide phosphorique total	20,98	17,14	23,15
Chaux totale	52,10	49,90	35,80
Chaux soluble, eau sucrée (agitation 4 heures)	6,89	3,75	2,52
Chaux soluble dans eau saturée de CO^2 (0g,25 dans 500cm³ d'eau; agitation 4 heures)	20,72	22,96	27,44
Soude et potasse	»	»	14,64

Mode opératoire. — 2g ou seulement 1g des engrais ci-dessus étaient intimement mélangés à sec à des lots de 500g de terre acide, de pH et de besoin en chaux connus, puis l'humidité était amenée à 20 pour 100, et l'on déterminait le pH des divers lots à l'électrode à hydrogène, après quelques heures, 24 heures, 2 jours, 8 jours, etc.

(¹) Rousseaux et Joret, *C. R. Assoc. franç. pour l'Avancement des Sciences* (*Congrès de Rouen*, 1921, p. 1353).

(²) A. Demolon, *Bulletin Assoc. des Chim. de Sucrerie et Distillerie*, 40, juillet 1922, p. 22-31.

Grâce aux courbes de saturation des terres mises en expérience, il nous était facile de calculer, d'après les divers pH trouvés, les doses de chaux active correspondantes provenant des engrais utilisés.

Laissant de côté les résultats de nos essais préliminaires, nous nous bornerons à mentionner ceux obtenus à l'aide d'une terre sablo-argileuse du Néocomien, d'une acidité électrométrique évaluée en chaux de 0,743 pour 100 et d'un pH *initial de* 5,49.

Chaque lot de terre recevait 2g de scories ou de phosphate désagrégé par kilogramme. Voici les variations de pH observées et les quantités de chaux active correspondantes :

TABLEAU II.

	Scorie n° 1.			Scorie n° 2.			Phosphate désagrégé.		
		Chaux active			Chaux active			Chaux active	
Après	pH.	pour 1kg de terre.	pour 100 d'engrais.	pH.	pour 1kg de terre.	pour 100 d'engrais.	pH.	pour 1kg de terre.	pour 100 d'engrais.
		g			g			g	
3 heures. .	6,03	0,246	12,30	6,15	0,297	14,85	6,32	0,382	19,10
24 heures...	6,32	0,382	19,10	6,44	0,441	22,05	6,66	0,558	27,90
48 heures...	6,45	0,446	22,30	6,56	0,508	25,40	6,85	0,660	33,00
4 jours....	6,54	0,495	24,75	6,62	0,538	26,90	6,96	0,725	36,25
8 jours....	6,76	0,613	30,65	6,89	0,680	34,00	7,26	0,873	43,65
15 jours.. .	6,73	»	»	6,85	»	»	7,71	»	»
3 semaines.	6,66	Réacidification		6,72	Réacidification		7,03	Réacidification	

On constate que pour une terre d'acidité assez forte, les variations de pH observées 3 heures après l'incorporation des engrais au sol correspondent déjà à des doses de chaux active variant de 12 à 19 pour 100, très supérieures aux quantités de chaux libre existant dans les engrais.

Après 24 heures, les doses de chaux active trouvées correspondent très sensiblement à la chaux soluble dans l'eau saturée de CO^2, après 4 heures d'agitation (Tableau I).

Les silicates et silico-phosphates de chaux existant dans les scories et le phosphate désagrégé se décomposent donc avec une assez grande rapidité dans un sol acide en mettant en liberté de la chaux active. Leur décomposition paraît terminée, pour la terre envisagée, au bout de 8 jours; après 3 semaines, il y a début de réacidification, comme l'un de nous l'a déjà signalé ([1]). La dose de chaux active des scories dépasse 30 pour 100.

Pour le phosphate désagrégé, à l'action de la chaux active libérée, s'ajoute celle de la soude et de la potasse existant aussi dans l'engrais à l'état de silicates; le tout a été évalué en chaux.

Au cours d'autres essais, nous avons trouvé qu'en terre de limon des

([1]) BRIOUX et PIEN, *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 1583.

plateaux *très légèrement alcaline*, de pH = 7,22, additionnée par kilogramme de 1g de la scorie n° 2 ou de phosphate désagrégé, la décomposition de ces engrais n'est pas poussée aussi loin et libère moins de chaux active; les chiffres trouvés, ne variant plus après 8 jours, ont été respectivement de 18,5 et de 27,3 pour 100, le pH du sol s'élevant jusqu'à 8,06 et 8,32.

En sol acide, la décomposition des silicates et silico-phosphates de chaux est donc hâtée et nettement favorisée par l'acidité propre du sol.

ENTOMOLOGIE. — *Sur la glande céphalothoracique d'une Araignée* (Scytodes thoracica *Latr.*). Note de M. **J. Millot**, présentée par M. Caullery.

On considère, on le sait, les glandes à venin comme homologues des glandes à soie dans les différents groupes d'Arachnides : c'est ainsi que les glandes du céphalothorax, venimeuses chez les Aranéides, sont séricigènes chez les Pseudoscorpions, tandis que celles de l'extrémité postérieure de l'abdomen sont séricigènes chez les Araignées et venimeuses chez les Scorpions. Il nous a paru intéressant de signaler qu'une Araignée de nos pays, *Scytodes thoracica*, apportant une confirmation en quelque sorte directe de ces homologies établies par l'anatomie comparée, possède dans son céphalothorax un organe glandulaire mixte, intermédiaire entre une glande à soie et une glande à venin.

Cette glande, formée de deux lobes inégaux, et occupant une grande partie du céphalothorax de l'Araignée, a été récemment découverte par M. Monterosso [1]; l'étude histologique précise que nous en avons faite nous a révélé les intéressants faits suivants :

La structure de cette glande n'est pas homogène dans toute son étendue, mais formée de deux types de cellules. Le premier, le plus abondamment représenté, qui occupe plus ou moins exclusivement le lobe postérieur de l'organe, est caractérisé par un protoplasme très basophile, par un noyau basal et par un produit de sécrétion liquide basophile, d'un aspect vitreux particulier, dont les caractères optiques et les propriétés chimiques sont très proches de ceux que possède la sécrétion séricigène de certaines Araignées; comme je l'ai vu, après M. Monterosso, ce produit gluant est projeté par le Scytode sur sa proie pour l'immobiliser. Le deuxième type d'éléments, observable dans le lobe antérieur de la glande, est représenté par de hautes cellules prismatiques, dont le produit de sécrétion, nettement

(1) *Arch. zool. Ital.*, 12, 1927, p. 63-122.

acidophile, précipite en grains sous l'action des fixateurs usuels; ces cellules sont identiques aux cellules venimeuses typiques des Aranéides. Entre ces deux formes opposées, on peut trouver tous les intermédiaires.

Il est particulièrement important de noter que, suivant les individus examinés, on observe des différences remarquables dans l'abondance relative des divers éléments. Alors que, chez certains *Scytodes*, les cellules du type séricigène sont presque seules présentes, la glande semblant homogène à un examen superficiel, chez d'autres, les éléments venimeux et séricigènes sont en nombres sensiblement égaux : de telles variations individuelles sont, on le sait, la règle pour les organes en voie de transformation. Ni le sexe ni l'âge ne semblent conditionner celles que nous avons relevées.

Les observations biologiques que nous avons faites confirment entièrement ces constatations histologiques : en effet, la nocivité des morsures présente des variations remarquables d'un Scytode à l'autre; alors que la morsure de certains individus semble sans action, et est en tout cas incapable de tuer les proies habituelles, ainsi que l'avaient déjà remarqué M. Gerhardt [1] et M. Monterosso, celle d'autres Scytodes est plus ou moins rapidement mortelle, toutes conditions égales d'ailleurs.

De tels faits sont sans exemple dans le groupe des Aranéides. Si l'on s'adresse au genre *Loxosceles*, le plus voisin dans notre faune du genre *Scytodes*, on observe, comme chez les autres Araignées, que la glande céphalothoracique, bien développée, est tout entière de type venimeux et de structure parfaitement homogène.

Signalons enfin qu'au grand développement de la glande céphalothoracique chez le Scytode, et à sa partielle transformation en appareil séricigène, telle que nous venons de la décrire, correspond dans l'abdomen une réduction remarquable, en nombre et en volume, des glandes à soie qui débouchent dans les filières.

A 15h45m, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16h.

É. P.

---

[1] *Zeitsch. Morph. Oekol., Tiere A.*, 1926, p. 1-77.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MERCREDI 17 JUILLET 1929.

PRÉSIDENCE DE M. LÉON LECORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Émile Picard** annonce en ces termes le décès de M. *Auguste Lebeuf* :

J'ai le regret d'annoncer à l'Académie le décès de M. **Auguste Lebeuf**, Correspondant depuis 1913 pour la Section d'Astronomie.

Les premiers travaux de Lebeuf se rapportent à la Mécanique céleste. Un d'eux traite de certains polynomes rencontrés par Hansen et Tisserand dans le développement de la fonction perturbatrice, quand l'excentricité ou l'inclinaison atteint une valeur notable, comme il arrive pour les comètes et certains astéroïdes. Lebeuf a donné aussi des Tables pour le calcul des perturbations de Jupiter sur les petites planètes.

Appelé en 1903 à la Direction de l'Observatoire de Besançon, notre collègue se trouva bientôt engagé dans une autre voie. On sait que cet Observatoire, fondé par la ville de Besançon, le département du Doubs et l'État, a pour but spécial d'aider au développement de l'industrie horlogère de la Franche-Comté. Outre le service astronomique, il comprend un service chronométrique. Lebeuf a continué brillamment l'œuvre commencée par son prédécesseur Gruey, et il a rendu à l'horlogerie française des services de premier ordre.

Il fallait obtenir et conserver la confiance de la Fabrique bisontine, et aussi donner aux épreuves chronométriques une valeur scientifique fixant l'attention de l'horloger désireux de perfectionner son art. Grâce à Lebeuf, notre région horlogère de l'Est peut aujourd'hui lutter avantageusement avec nos voisins. Peu à peu, notre règlement chronométrique a été élevé au niveau de ceux de Genève et de Neufchâtel; en même temps, les déposants ont été encouragés, et le nombre des chronomètres

présentés aux essais s'est élevé considérablement. Dans les concours avec la Suisse, l'Observatoire de Besançon a maintes fois obtenu les médailles d'or.

Tout en cultivant surtout la chronométrie, Lebeuf n'a cependant pas négligé la tâche dévolue à l'Observatoire de Besançon dans la Carte du Ciel, et il a fait suivre attentivement les Comètes et diverses petites planètes.

Lebeuf était le plus ancien Directeur de nos Observatoires des départements; il venait d'être atteint par la limite d'âge. Nous voyons disparaître avec tristesse ce savant modeste, si dévoué à son œuvre, et qui dans son domaine spécial a bien travaillé pour notre pays. L'Académie envoie à sa famille l'expression de ses condoléances.

CORRESPONDANCE.

L'**Académie Malgache** exprime les profonds regrets que lui cause la mort de M. *Charles Moureu*.

MM. **Albert Roux** et **Jean Cournot** adressent un Rapport relatif à l'emploi qu'ils ont fait d'une subvention accordée sur la *Fondation Henry Le Chatelier*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Iconographie des Orchidées d'Europe et du Bassin méditerranéen, par E.-G. Camus et M[lle] Aimée Camus. Texte, tomes I et II. (Présenté par M. H. Lecomte.)

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la détermination de la vitesse du son, basée sur la théorie cinétique des gaz*. Note (¹) de M. **S. Drzewiecki**, présentée par M. Hadamard.

Le mode de représentation des états statique et dynamique de l'unité d'une masse gazeuse au moyen d'une surface sphérique de rayon $\overline{\Omega}$ (²) sur

(¹) Séance du 8 juillet 1929.

(²) $\overline{\Omega}$, moyenne quadratique des vitesses moléculaires.

laquelle N [1] molécules de masse m auraient été uniformément réparties, permet de se rendre compte du mécanisme de la propagation du son et d'en déterminer la vitesse.

Tandis que l'état statique peut être représenté par l'ensemble de N vecteurs de vitesse $\overline{\Omega}$, rayonnant du centre de cette sphère, l'état dynamique est caractérisé par l'ensemble de ces N vecteurs mais rayonnant d'un foyer F distant du centre de la sphère d'une longueur $FO = V$ (vitesse de translation) et aboutissant à la surface de la sphère de centre O.

Lorsque, en un point d'une masse gazeuse, il se produit une brusque augmentation de la pression, le bombardement moléculaire plus intense du côté du centre de l'ébranlement en question provoque dans la masse statique ambiante une déviation, dans une direction préférentielle, des N rayons vecteurs de la sphère initiale. Désignant par W la moyenne quadratique des N composantes de vitesse, à distribution isotrope, qui font dévier les vitesses radiales primitives, la pression exercée par l'ensemble de ces composantes sera $\frac{1}{3}mNW^2$; comme elle produit l'avancement de la masse mN avec une vitesse V, on aura $W = \sqrt{\frac{3}{2}}V$. De plus les $\frac{N}{2}$ molécules de l'hémisphère arrière, en rebondissant avec un excédent de vitesse $2V\cos\theta$ [2], à distribution isotrope (dont la moyenne est V), dispersent dans la masse ambiante un supplément de forces vives $\frac{1}{2}mNV^2$, à ajouter aux $\frac{3}{2}mNN^2$ nécessaires à la translation. Le total des forces vives dépensées sera donc $2mNV^2$.

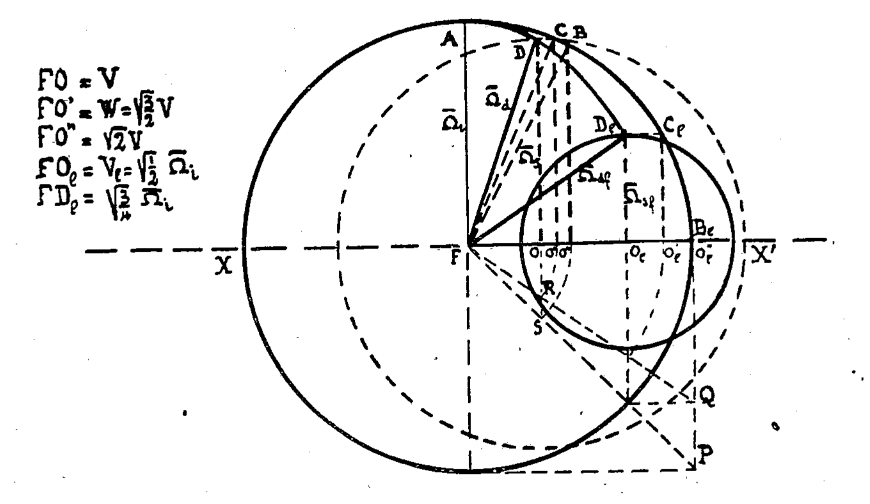
Pour représenter graphiquement les longueurs $\sqrt{2}V$ et $\sqrt{\frac{3}{2}}V$, du foyer F, on mène une droite FP inclinée sur XX′ d'un angle de 45°, et une autre FQ faisant avec XX′ un angle dont la tangente est $\sqrt{\frac{1}{2}}$. Coupant ces deux droites par une perpendiculaire à XX′ passant par O, on détermine deux longueurs FS et FR respectivement égales à $\sqrt{2}V$ et $\sqrt{\frac{3}{2}}V$, que l'on rabat en O″ et O′, sur XX′. Par ces points on mène des perpendiculaires à XX′ jusqu'en B et C, sur le cercle primitif. Le carré de FB, moyenne quadratique de tous les vecteurs rayonnant de F et aboutissant à la surface de la sphère

---

(1) N, nombre d'Avogadro.

(2) θ, angle d'incidence de l'impact moléculaire.

de centre O″ et de rayon statique O″B, donne la mesure de l'énergie dépensée. Le carré du vecteur FC donnerait pareillement la valeur de l'énergie utilisée pour la translation du centre de gravité de la masse mN, si la vitesse de translation avait été $W = \sqrt{\frac{3}{2}} V$. Mais comme ce centre de gravité ne s'est déplacé que de V, c'est par le centre O qu'il y a lieu de faire passer le vecteur statique OD = O′C. Il y a donc eu raccourcissement du



vecteur quadratique FD^2 par rapport à FC^2, donc abaissement de la température. La transformation de l'énergie moléculaire (potentielle) en énergie de translation (cinétique) s'est opérée par détente adiabatique aux frais de la température.

Avec l'augmentation de la vitesse V, les points caractéristiques B et C se déplaceront le long du cercle primitif de centre F et de rayon FA, tandis que le point D suivra un arc d'ellipse. La limite extrême du déplacement sera atteinte lorsque le point B arrivera à l'extrémité du rayon $\overline{\Omega}$, dans la direction XX′, car alors toutes les vitesses moléculaires auront été soit transformées en vitesses de translation, soit dissipées. Dans ces conditions la limite de translation deviendra $V_l = \sqrt{\frac{1}{2}\overline{\Omega}}$; c'est cette vitesse qui correspond à celles de la propagation du son dans les gaz. Pour l'air

$$V_l = \sqrt{\frac{1}{2} 485 \text{ m/s}} = 343 \text{ m/s}.$$

C'est aussi la limite que peut atteindre un gaz qui se détend, dans la section rétrécie d'une tuyère convergente.

Lorsqu'en un point d'une masse gazeuse il se produit un ébranlement capable de faire naître une brusque élévation de la pression, cette pression provoque, dans toutes les directions, une poussée qui, par le mécanisme que nous venons de décrire, propage, de proche en proche, autour du centre de l'ébranlement, une onde sphérique qui progresse avec une vitesse V dont la limite est $\sqrt{\frac{1}{2}\Omega}$. Lorsque l'ébranlement initial a été suffisant pour que cette limite soit atteinte, l'onde devient audible.

Cette manière d'interpréter le phénomène, qui concilie la théorie de la radiation avec celle de l'ondulation, s'appliquerait peut-être à d'autres propagations.

ÉLECTRICITÉ. — *Méthode pour la détermination de l'ohm en valeur absolue.* Note [1] de M. **Marcel Picard**, présentée par M. Paul Janet.

Les perfectionnements apportés depuis quelques années à la technique des courants alternatifs ont permis d'envisager, pour la détermination de l'ohm en valeur absolue, des procédés différents de ceux qui ont été utilisés jadis et qui étaient basés sur l'emploi du courant continu.

Tout dispositif permettant la comparaison, en fonction de la fréquence, d'une résistance et d'un coefficient d'inductance permet la détermination de l'ohm en valeur absolue, l'inductance pouvant être déterminée par des mesures géométriques.

C'est ainsi que Grüneisen et Giebe, en déterminant à une fréquence donnée des résistances en fonction d'une self-inductance préalablement calculée, ont montré que l'ohm absolu était inférieur de 5 dix-millièmes à l'ohm international, confirmant les résultats qu'avait obtenu Smith par la méthode de Lorenz.

Plus récemment Campbell a employé à la détermination de la valeur absolue de l'ohm la combinaison d'inductances mutuelles et de résistances qu'il a utilisée par ailleurs pour la réalisation de son fréquencemètre. Le résultat obtenu par Campbell confirme les résultats de Smith et de Gruneisen et Giebe.

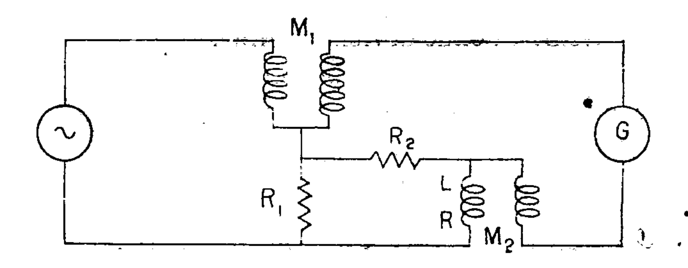
La méthode employée par Campbell présente l'inconvénient que parmi les résistances évaluées se trouvent celles de deux bobines d'inductance

(1) Séance du 8 juillet 1929.

dont les enroulements de cuivre ont un coefficient de température assez élevé. Leurs résistances, qui en outre varient avec la fréquence, sont par conséquent forcément mal connues.

Le dispositif que nous allons décrire ci-dessous a pour but de s'affranchir de cet inconvénient.

Le schéma est représenté par la figure ci-après :



Il est facile de démontrer que pour que le galvanomètre de résonance G ne soit parcouru par aucun courant, les conditions suivantes doivent être remplies :

$$\frac{M_2}{M_1} = \frac{R_1 + R_2 + R}{R_1}, \tag{1}$$

$$LM_1\omega^2 = R_1 R_2. \tag{2}$$

La seconde de ces conditions montre qu'il est possible, si l'on connaît d'une part la fréquence du courant alternatif utilisé, d'autre part les valeurs absolues des coefficients M_1 et L d'évaluer le produit $R_1 R_2$. Si les résistances R_1 et R_2 sont connues en fonction de l'ohm international, on aura obtenu ainsi une évaluation du rapport de cette grandeur à l'ohm absolu.

Les fréquences peuvent se mesurer actuellement avec la plus haute précision, et les inductances M_1 et L sont faciles à mesurer en valeur absolue en fonction d'étalons calculés à partir de leurs dimensions géométriques.

Quelques expériences préliminaires nous ont permis de vérifier la commodité d'emploi de cette méthode qui sera utilisée au Laboratoire central d'Électricité pour la détermination de l'ohm en valeur absolue.

PHYSIQUE. — *Introduction à une théorie des phénomènes magnétiques dans les cristaux.* Note (¹) de M. **Jean Becquerel**, transmise par M. Pierre Weiss.

On sait que les cristaux contenant des terres rares présentent des bandes d'absorption fines qui sont sensibles à l'action d'un champ magnétique. Lorsque le cristal est uniaxe, et dans un champ parallèle à l'axe, les caractères essentiels de l'effet Zeeman sont les suivants :

1° Les bandes (ou raies) se décomposent en doublets.

2° Tandis que dans les spectres d'atomes (ou d'ions) des vapeurs, toute composante correspondant à l'absorption de vibrations circulaires de même sens que le courant producteur du champ est toujours déplacée vers les fréquences croissantes, le sens opposé se rencontre dans les spectres des cristaux, aussi fréquemment que l'effet de sens habituel.

3° Pour les deux sens du phénomène, les écarts des composantes peuvent atteindre des valeurs très grandes. Il est à remarquer que les rapports entre les plus grands écarts et la valeur absolue de l' « écart normal » sont du même ordre de grandeur que le rapport entre le moment magnétique de l'ion terre rare dans son état fondamental et le magnéton de Bohr.

a. L'absence de décompositions multiples montre que les raies d'absorption de ces cristaux sont moins dégénérées que les raies des vapeurs : il doit y avoir une décomposition naturelle due à un effet Stark. Le champ électrique interne auquel l'ion est soumis est un champ non homogène présentant la symétrie axiale par rapport à l'axe optique.

Soit m le nombre quantique d'orientation : les passages $\Delta m = \pm 1$ donnent le spectre ordinaire; les passages $\Delta m = 0$ donnent le spectre extraordinaire.

Dans le champ électrique seul, aux nombres $+m$ et $-m$ correspond une même énergie, mais lorsqu'un champ magnétique est superposé au champ électrique chaque niveau est dédoublé. La règle de sélection conduit à une décomposition des raies en doublets.

Il a été depuis longtemps observé que les décompositions des raies sont complètement différentes suivant que le champ magnétique est parallèle ou normal à l'axe du cristal, et aussi que des composantes supplémentaires

(¹) Séance du 8 juillet 1929.

apparaissent si le champ est oblique sur l'axe ([1]). Ces faits sont caractéristiques de l'influence simultanée d'un champ électrique et d'un champ magnétique dans leurs diverses orientations relatives.

b. L'interprétation des deux sens de l'effet, pour les vibrations circulaires, est immédiate dans la théorie quantiste : suivant que la variation mg (g facteur de décomposition) est ou non de même signe que la variation de m, on a l'effet de sens habituel (cas des vapeurs) ou l'effet de sens contraire.

c. Les grands écarts des doublets sont l'indice de grands sauts de la projection sur l'axe du moment magnétique.

d. Aux très basses températures, *l'orientation paramagnétique devient visible* sous la forme de dissymétries d'intensités entre les deux composantes d'un doublet, lorsque le champ magnétique est parallèle à l'axe (phénomène visible dans les deux spectres, ordinaire et extraordinaire). A part de rares exceptions, la composante déplacée vers les fréquences croissantes est la plus intense.

La traduction, dans la théorie quantiste, de cette règle montre que, généralement, pour des valeurs de même signe du nombre quantique d'orientation dans l'état initial et dans l'état final, ou bien les projections sur l'axe des moments magnétiques dans ces deux états sont de sens opposés (l'un des g est positif, l'autre négatif), ou bien, si elles sont de même sens, la projection dans l'état final est plus petite que la projection dans l'état initial.

e. Les grands écarts des doublets et l'existence des deux effets de sens opposés sont inexplicables par les facteurs de décomposition de Landé. Il n'est pas impossible que le champ électrique interne produise un effet Paschen-Back électrique ([2]). Un tel effet change les moments magnétiques des ions, et cela explique peut-être pourquoi nous avons trouvé que dans la tysonite et la parisite le moment de l'ion Ce^{+++} est le magnéton de Bohr ([3]). Dans le Ce^{+++} il n'y a qu'un électron magnétogène $\left(s=\frac{1}{2}\right)$ et le résultat obtenu implique que le moment propre de cet électron entre seul en jeu : s'il y a rupture de la liaison (ls) et si de plus l'énergie minimum dans l'état fondamental correspond à $m_l=0$, le moment de l'électron subsiste seul.

f. Il est probable que les variations d'énergie dans les passages de la

---

([1]) Jean Becquerel, *Le Radium*, 5, 1908, p. 5.

([2]) Cette hypothèse m'a été suggérée par M. H. A. Kramers.

([3]) Jean Becquerel et W. J. de Haas, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1156.

couche incomplète $n = 4$ aux couches 5 et 6 sont trop grandes pour donner des raies d'absorption *dans le spectre visible*. Il semble alors que l'absorption provoque un remaniement de la couche incomplète : les anomalies de l'effet Zeeman seraient l'indice de grandes variations du moment magnétique dans ces remaniements. On doit d'ailleurs remarquer que des passages « interdits » deviennent possibles dans le champ électrique du cristal.

GÉOLOGIE. — *Sur la constitution géologique de l'île Heard.* Note (¹) de M. **Edgar Aubert de La Rüe**, transmise par M. Cayeux.

Durant mon séjour aux îles Kerguelen, j'ai pu, grâce à un baleinier anglais, me rendre à l'île Heard, possession anglaise située aux confins des océans Indien et Antarctique, et faire une série de constatations intéressantes sur la nature de cette terre peu connue, en grande partie recouverte d'immenses glaciers descendant de tous côtés jusqu'à la mer.

Deux expéditions scientifiques avaient seulement touché cette île jusqu'alors : celle du *Challenger*, en 1874, et celle du *Gauss*, en 1903. A. Renard, qui étudia les roches rapportées par la première, ne signala que basaltes, des limburgites et des dolérites (²). R. Reinisch, qui décrivit les roches de l'expédition allemande, signala en outre des ponces et des trachytes à acmite provenant de dépôts morainiques et des calcaires cristallins dont je reparlerai plus loin (³).

La constitution lithologique de l'île Heard m'est apparue beaucoup plus complexe. Mme E. Jérémine a eu l'obligeance d'examiner les nombreux échantillons de roches que je viens de rapporter de l'île Heard et a bien voulu m'aider à les déterminer.

A la surface des glaciers qui descendent du Big Ben Peak, énorme coupole de glace, haute de 1800m, je n'ai recueilli que des blocs de roches basaltiques très riches en olivine. Dans la moraine située au pied du versant nord-ouest de cette montagne, j'ai trouvé à la cote 200, parmi des

(¹) Séance du 8 juillet 1929.

(²) A. Renard, *Rocks of Heard Island, in Report of the Scientific Results of the Exploring Voyage of H. M. S.* Challenger, 1873-1876 (*Physics and Chemistry*, p. 142 à 148).

(³) R. Reinisch, *Gesteine der Heard-Insel* (In *Deutsche Südpolar-Expedition* 1901-1903. Band II : *Kartographie und Geologie*, p. 253 à 263).

blocs de basalte et de limburgite, une remarquable ankaramite doléritique à olivine. Non loin de là, sur le versant sud-est du mont Drygalski, formé lui-même par des basaltes feldspathiques reposant sur des limburgites, j'ai ramassé de nombreux fragments de trachytes (trachyte à fayalite, trachyte analcimique à augite ægyrinique), des ponces et de l'obsidienne.

Sur la côte occidentale de l'île, à South-West Bay, j'ai découvert un important affleurement de trachyte calco-alcalin à augite. Sous l'action du gel, cette roche se délite en feuillets à la manière des schistes. Vers West-Bay, ces trachytes disparaissent sous une épaisse couverture de scories basaltiques.

La partie nord de l'île, entre Atlas-Cove et le cap Laurens, très montagneuse, est en grande partie recouverte de glaciers; pourtant les parties escarpées dominant la mer permettent d'apercevoir de puissantes coulées basaltiques alternant avec des produits de projection.

Dans la grande étendue plate, recouverte de sable à olivine, qui sépare Corinthian-Bay d'Atlas-Cove et sur le pourtour de cette dernière baie, j'ai observé, parmi de nombreux galets surtout basaltiques et limburgitiques, des échantillons de trachytes et de phonolites. Ces phonolites qui proviennent indubitablement de l'île, mais dont je n'ai pu découvrir le gisement en place, appartiennent à des types variés (phonolite à ægyrine et amphibole riébeckitique; phonolite néphélinique; phonolite à ægyrine et ænigmatite; tinguaïte). Toujours à l'état de galets, j'ai recueilli au même endroit une andésite à biotite et quelques blocs d'une dolérite à biotite.

A Rogger's Head, petit cap de la côte orientale, je n'ai pas compté moins de sept cratères, tous complètement éteints. Ils ont émis des laves limburgitiques scoriacées. Ces appareils volcaniques voisinent avec des tufs limburgitiques, régulièrement stratifiés, qui sont les témoins d'une période éruptive plus ancienne.

J'ai recueilli dans ces tufs de nombreux fragments anguleux de roches diverses, arrachées au soubassement de l'île lors de l'ascension du magma. Parmi ces roches, je peux citer des dolérites, une micromonzonite et des calcaires cristallins.

Ces calcaires ont été décrits autrefois par Reinisch qui avait cru y voir des restes de Bryozoaires. Ces sédiments ne renferment aucun élément détritique et proviennent de dépôts franchement pélagiques. Les seuls organismes que j'ai observés dans ces calcaires sont des Globigérines, dont l'existence mérite d'être signalée, car l'on ne connaissait dans ces parages que des vases à Diatomées. M. Cayeux, qui a bien voulu examiner mes pré-

parations, a été frappé de l'épaisseur du test de ces Globigérines qui ne sont pas sans analogies avec certaines formes des Barbades.

La présence de ces organismes ne permet malheureusement pas d'en tirer un argument d'ordre stratigraphique, de sorte qu'on ne peut préciser l'âge des calcaires qui semblent constituer le soubassement de l'île Heard.

L'étude des formations volcaniques qui constituent l'île elle-même ne nous renseigne pas davantage à cet égard. La grande fraîcheur des roches rencontrées permet tout au plus de penser que l'île est de formation relativement récente. L'activité volcanique est aujourd'hui complètement arrêtée, autant que j'ai pu m'en rendre compte. Elle semblait l'être également lorsque le *Challenger* et le *Gauss* visitèrent l'île, et, pourtant, Hobart Seymour, commandant le *Wakefield*, qui passa dans ces parages en mars 1910, signala que le Big Ben Peak était en activité à cette époque et que d'immenses panaches de fumée s'échappaient alors du sommet.

ZOOLOGIE. — *Sur le comportement de* Locusta migratoria *L. subsp.* migratorioides *Rch. et Frm. phasis* transiens (1). Note (2) de M. **B. N. Zolotarevski**, présentée par M. P. Marchal.

La présence, dans les bandes de larves d'Acridiens migrateurs, d'individus qui diffèrent du type grégaire et se rapprochent du type de la phase solitaire respective a été signalée par divers auteurs pour *Locusta migratoria* L., *Locustana pardalina* Walk. et *Schistocerca gregaria* Forsk. La transformation des larves de la phase grégaire en phase solitaire au cours de la vie individuelle a été observée dans les conditions d'expérimentation, mais le comportement des formes intermédiaires n'a pas fait l'objet de recherches suivies et le moment où ces formes intermédiaires deviennent solitaires dans la nature n'a pas été déterminé jusqu'ici.

Mes observations ont porté sur *Locusta migratoria* L. subsp. *migrato-*

(1) Nous adoptons ici la nomenclature proposée par nous, en collaboration avec B. P. Uvarov, dans un article, actuellement sous presse, au « Bulletin of Entomological Research », où nous considérons *Locusta migratorioides* Rch. et Frm. comme sous-espèce de *Locusta migratoria* L. et donnons aux phases des acridiens les dominations suivantes : *phasis solitaria* pour la forme solitaire; *phasis gregaria* pour la forme grégaire; *phasis transiens* pour l'ensemble des formes intermédiaires entre les deux premières.

(2) Séance du 8 juillet 1929.

rioides Rch. et Frm. à Madagascar où certaines bandes de sa phase grégaire renferment des larves de la phase *transiens*.

La présence des larves de la phase *transiens* dans les bandes de *Locusta migratoria migratorioides* Rch. et Frm. phasis *gregaria* a été observée dans les États fédérés malais par H. C. Pratt [1], mais leur comportement n'a fait jusqu'à présent l'objet d'aucune étude.

Le nombre de larves de la phase *transiens* dans une bande peut être très variable. J'ai trouvé jusqu'à 8 pour 100 de ces formes dans des bandes couvrant plusieurs hectares. Les bandes où le pourcentage se rapprochait de 16 pour 100 ne couvraient, en général, que quelques milliers de mètres carrés. Tous les individus de telles bandes se comportent comme grégaires, ce qui peut être observé surtout au cours de la migration d'une bande sur une superficie dénudée : les individus, quel que soit leur aspect, s'avancent dans une même direction et à une distance essentiellement la même les uns des autres. Seules la couleur et la structure distinguent les formes *transiens*, même s'il s'agit d'individus très voisins de la phase solitaire typique.

Les bandes où le pourcentage des larves de la phase *transiens* dépasse 16 pour 100 sont un peu plus lâches; mais, même dans le cas où elles représentaient 43 pour 100 d'une petite bande, toutes les larves se déplaçaient de concert dans une même direction.

A l'époque de la transformation en adultes, le comportement des individus de la phase *transiens* commence à différer de celui des *Locusta migratoria migratorioides* phasis *gregaria* typiques. Les sauterelles adultes suivent la bande de larves pendant les premiers jours, fait connu et attribué à l'insuffisance de durcissement des téguments.

Cette tendance à suivre la bande de larves doit avoir, en réalité, une cause plus complexe, car les jeunes *Locusta migratoria migratorioides* phasis *gregaria*, mélangés aux larves, s'envolent lorsqu'on les effraie, mais reviennent se poser sur l'emplacement occupé par les larves. Dans les mêmes conditions, les individus intermédiaires font une envolée rapide, décrivent une trajectoire caractéristique et se posent n'importe où.

La différence de comportement devient très marquée quand, après la transformation en adultes du gros de la bande, les sauterelles commencent à se déplacer au vol. Les individus de la phase grégaire se déplacent en vol régulier dans une même direction et se tiennent en l'air pendant un temps

---

(1) H. C. Pratt, *The Malayan Locust* (*Pachytylus* sp.). *Department of Agriculture* (*Federated Malay States*, Bull. n° 24, 1915).

considérable, alors que les individus se rapprochant de la phase solitaire restent sur place; leur tendance à suivre la bande a été parfois observée, mais ces tentatives se réduisaient à des envolées courtes et lancées, après lesquelles les individus se posaient de nouveau par terre.

Les sauterelles, destinées par cette sélection à mener la vie solitaire, restent groupées pendant un certain temps, mais ces groupements, provoqués seulement par l'ancienne concentration durant la vie larvaire, finissent par se disloquer.

La proportion des formes, virant vers la phase solitaire, qui suivent une bande de sauterelles en vol est très réduite. Seuls les individus s'écartant très peu de la phase grégaire et ne présentant jamais de coloration verte y sont représentés.

Parmi les causes qui poussent les individus de la phase *transiens* à rester sur place, on pourrait noter le développement relativement faible des ailes, ce qui n'est, peut-être, qu'un symptôme. Cet indice n'est pas absolu : parmi les sauterelles restées sur place, quelques-unes ont l'élytre deux fois plus long que le fémur, rapport caractéristique pour la phase grégaire, alors que dans les bandes il se trouve rarement des exemplaires dont le rapport élytre-fémur est inférieur à 2. Mais dans ce cas, les sauterelles restées sur place, malgré la longueur relativement considérable des ailes, ont des affinités avec la phase solitaire, tandis que les sauterelles à ailes courtes de la bande n'ont que cet indice qui les rapproche de la phase solitaire.

Il résulte de ce qui précède que la période de passage de la vie grégaire à la vie solitaire est limitée chez *Locusta migratoria migratorioides* Rch. et Frm. à quelques jours pendant lesquels les larves se transforment en adultes. Le tropisme grégaire persiste chez les formes intermédiaires pendant la vie larvaire, même si les individus présentent morphologiquement tous les caractères de la phase solitaire. Chez les adultes, par contre, le passage à la vie solitaire se produit même chez les formes différant très peu de la phase grégaire. Une des conséquences du comportement décrit est le peuplement des zones limitées par les représentants de l'espèce menant la vie solitaire.

Ces faits permettent de placer le problème des phases dans un plan nouveau où l'étude morphologique ne constituera qu'une partie des recherches au lieu d'être leur base principale, comme il en a été jusqu'à présent.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les ferments solubles sécrétés par les Champignons hyménomycètes. Comparaison du pouvoir antioxygène du tanin et des constituants phénoliques des essences.* Note (¹) de M. **L. Lutz**, présentée par M. L. Mangin.

Connaissant l'extrême oxydabilité, sous l'action des oxydases fongiques, des constituants phénoliques des essences, ainsi que celle du tanin, propriété qui fait de ces corps des antioxygènes particulièrement puissants, il y avait intérêt à opposer ce dernier aux autres phénols, de manière à apprécier l'intensité respective de leurs actions.

Des séries de trois tubes, renfermant 5^{cm^3} du milieu artificiel habituel, ont été additionnés de V gouttes de solution aqueuse de tanin à 1 pour 100 et, respectivement, de I goutte de solution ou suspension aqueuse à 1 pour 100 des constituants phénoliques suivants des huiles essentielles : métacrésol, paracrésol, thymol, carvacrol, gaïacol, eugénol, anéthol, créosol, salicylate de méthyle.

L'ensemencement a été fait avec les trois Champignons suivants : *Stereum hirsutum*, *S. purpureum*, *Coriolus versicolor*.

D'autres tubes, renfermant soit du tanin seul, soit ceux des constituants phénoliques d'essences dont l'oxydation se traduit par une coloration (gaïacol, paracrésol) et ensemencés avec les mêmes Champignons, servent de témoins.

I. Dans aucun cas, la rapidité de coloration du tanin en brun, indice de son oxydation, n'a été modifiée.

II. Inversement, l'oxydation des constituants phénoliques d'essences a présenté des retards marqués. C'est ainsi qu'avec le *Coriolus versicolor*, le plus actif des trois Champignons en présence, le gaïacol a commencé à se colorer trois jours plus tard que le témoin et le paracrésol un mois plus tard.

On voit ainsi, dans cette expérience, le tanin se conduire non seulement comme un corps plus oxydable que les autres phénols envisagés, mais encore accaparer en quelque sorte l'activité des oxydases fongiques et protéger temporairement contre l'oxydation les autres corps qui lui sont associés.

(¹) Séance du 8 juillet 1929.

C'est un nouvel argument très puissant à ajouter à ceux qui découlent de mes expériences précédentes et qui tendent à faire envisager le rôle antioxygène du tanin comme sa principale caractéristique biologique.

De plus, l'opinion émise par Moureu qu'on pourrait probablement trouver des corps suffisamment antioxygènes pour jouer ce même rôle à l'égard d'autres composés qui, pris isolément, sont déjà antioxygènes par eux-mêmes, trouve ici une très suggestive réalisation.

La séance est levée à $15^h 50^m$.

E. P.

ERRATA.

(Séance du 27 mai 1929.)

Note de M. *André Blondel*, Sur les puissances et hormanances mutuelles des courants alternatifs non sinusoïdaux :

Page 1353, formule (2), *au lieu de* $\frac{d}{dv} w_m$, *lire* $\frac{d}{dt} w_m$; formule (4), lignes 1 et 2, *au lieu de* ω, *lire* ωt; au bout des lignes 3 et 4, *au lieu de* $+\varphi_p$ et $+\varphi_q$, *lire* $-\varphi_p$ et $-\varphi_q$.

Page 1354, ligne 17, *au lieu de* U et I, *lire* $\frac{u}{\sqrt{2}}, \frac{i}{\sqrt{2}}$.

Page 1355, ligne 8, *au lieu de* sinus, *lire* cosinus; lignes 8 à 11, *au lieu de* angles $(\psi - \varphi)$, *lire* $(\psi + \varphi)$.

(Séance du 1er juillet 1929.)

Note de M. *E. Rinck*, Densités du potassium et du sodium liquide :

Page 40, ligne 4 en remontant, *au lieu de*

$$d_{Na} = 0,9835,$$

lire

$$d_{Na} = 0,9385.$$

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances de mai 1929.

Leçons sur les équations linéaires aux différences finies, par N. E. Nörlund, rédigées par René Lagrange. Paris, Gauthier-Villars et Cie; 1 vol. 25cm.

La mer du Groenland. Croisières du « Pourquoi-Pas », par J.-B. Charcot. Paris, Desclée de Brouwer et Cie, 1929; 1 vol. 25cm,5.

Précis d'analyse chimique, par Marcel Boll et Jacques Leroide. Tome III. *Recherche et dosage des anions.* Paris, Dunod, 1929; 1 vol. 25cm,5. (Présenté par M. Urbain.)

Cérémonies à l'occasion de la prise de possession de la maison de A.-M. Ampère *à Poleymieux par la Société française des Électriciens le* 2 *juin* 1928. Paris, Société française des Électriciens; 1 vol. 27cm.

Flore complète illustrée en couleurs de France, Suisse et Belgique, comprenant la plupart des plantes d'Europe, par Gaston Bonnier. Tome dixième, par Robert Douin. Paris, E. Orlhac, s. d.; 1 vol. 32cm,5. (Présenté par M. Molliard.)

Esquisse géologique du Congo occidental. Étude du système schisto-calcaire, par F. Delhaye et M. Sluys; 1 carte de 122 × 126cm.

Essais sur la mort. Mort véritable et fausse mort, par Henry de Varigny. Paris, Félix Alcan, 1929; 1 vol. 19cm. (Présenté par M. Charles Richet.)

Apologie de la Biologie, par Charles Richet. Paris, Gaston Doin, 1929; 1 fasc. 19cm,5.

Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par Albert Ier, prince souverain de Monaco, publiés sous sa direction avec le concours de Jules Richard. Fasc. LXXV. *Ascidies provenant des croisières du prince Albert Ier de Monaco*, par Hervé Harant. Fasc. LXXVI. *Copépodes parasites de poissons et d'annélides provenant des campagnes scientifiques de S. A. S. le Prince Albert Ier de Monaco*, par Alexandre Brian. Imprimerie de Monaco, 1929; 2 vol. 36cm.

(*A suivre.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 JUILLET 1929.

PRÉSIDENCE DE M. Louis BOUVIER.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ZOOLOGIE. — *Nouvelles observations sur les stolons sexués du* Syllis (Haplosyllis) spongicola *Grube* (*Annélide polychète*). Note ([1]) de MM. **Ch. Gravier** et **J.-L. Dantan**.

Beaucoup de Syllidiens se reproduisent au moyen de stolons sexués, bourgeonnés à l'extrémité postérieure d'un individu-souche dont ils se détachent à maturité. Alors que la souche reste au fond de la mer, les stolons, bourrés de produits génitaux, montent à la surface où ont lieu l'évacuation des cellules reproductrices et la fécondation.

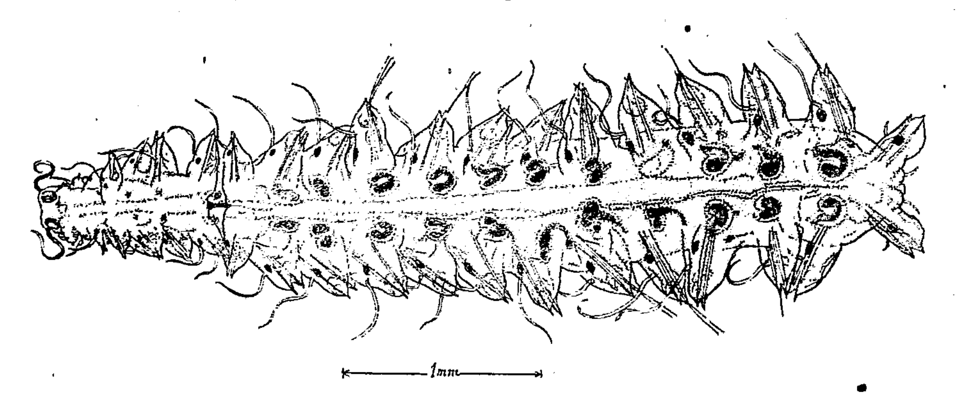
Ces stolons sexués sont pourvus d'une tête, munie d'appendices dont le nombre varie suivant les types considérés, mais toujours différente de celle de la souche. Le *Syllis* (*Haplosyllis*) *spongicola* Grube a paru faire exception. Les divers zoologistes (Albert, de Saint-Joseph, Malaquin, Lo Bianco, Mac Intosh, Fage et Legendre) n'en ont trouvé que des stolons acéphales, aisément reconnaissables à leurs taches dorsales oculiformes, segmentaires. Nous-mêmes, au cours de nos pêches nocturnes à la lumière, poursuivies pendant quatre années dans la baie d'Alger, nous avons recueilli plus de 3600 bourgeons et aucun d'eux, bien que tous aient été examinés soigneusement un à un, ne montrait le moindre indice de régénération céphalique. Aussi, dans un mémoire récemment publié, avions-nous cru pouvoir conclure : « il ne semble donc pas téméraire d'affirmer que, tout au moins dans la baie d'Alger, les stolons sexués de ce Syllidien sont et demeurent acéphales au cours de toute leur existence ».

([1]) Séance du 17 juillet 1929.

Toutefois, P. Langerhans (1879) rapporte qu'il a été récolté, à Madère, une femelle comptant 77 segments, renfermant des œufs violets à partir du vingtième segment et dont l'anneau suivant montrait déjà les yeux d'un animal sexué. Ce stolon, en voie de formation, présentait donc l'ébauche d'une tête sur laquelle le savant allemand n'a donné aucun détail et il n'a pas non plus indiqué si cet exemplaire avait été recueilli à la surface ou au fond de la mer.

Nous avons fait remarquer que l'assertion de ce naturaliste, habile et averti, nous avait paru singulière et demandait à être confirmée. Cette confirmation, nous l'avons trouvée dans les matériaux d'une pêche nocturne à la lumière, faite par l'un de nous le 30 octobre 1928, au milieu de la baie d'Alger, au commencement de la nuit.

Le stolon sexué, recueilli dans cette pêche (voir la figure) est incomplet :



sa partie postérieure manque. Il mesure, après fixation, environ 5^{mm} de longueur et compte 21 segments sétigères; il est de sexe mâle, comme le montrent ses organes segmentaires remplis de spermatozoïdes.

Sa tête, en assez médiocre état de conservation, se montre pourvue de deux longues antennes moniliformes, beaucoup plus moniliformes que les cirres dorsaux des segments suivants, dont les annelures sont peu marquées : elles atteignent le cinquième segment environ. Les yeux sont dépigmentés et nous n'avons pu observer que ceux de la face dorsale : les ventraux, soit à cause de la dépigmentation, soit à cause du mauvais état de la partie céphalique, ne sont pas discernables.

Le premier segment, peu développé, ne se voit bien que sur la face ventrale; il ne présente pas de taches oculiformes. Celles-ci sont apparentes, quoique peu développées, sur les sept segments suivants, dont la longueur augmente progressivement : en même temps, les parapodes deviennent plus saillants et les taches oculiformes plus étendues.

Entre le huitième et le neuvième segment, le stolon sexué est presque rompu : la partie située en arrière n'est plus rattachée à la première que par le tube digestif, resté continu. C'est sans doute à cette circonstance heureuse, sûrement fortuite, que nous devons la bonne fortune d'avoir recueilli une extrémité antérieure. Dans cette première partie du stolon, les organes segmentaires ne contiennent que peu ou pas de spermatozoïdes, tandis que, dans la seconde, ils en sont remplis, sauf deux ou trois partiellement vidés.

Les plus grands stolons, récoltés au cours de nos pêches à la lumière, avaient 10^{mm} de longueur et 25 à 30 segments sétigères : chez beaucoup d'entre eux, la région terminale manquait; certains même, en bon état, étaient réduits à quelques segments, quatre ou cinq. Nous nous étions demandé s'ils ne provenaient pas de la fragmentation de stolons, morcelés après s'être séparés de la souche.

Ce n'est plus là, comme le montre notre heureuse trouvaille, une supposition. Non seulement ces stolons réduits à quatre ou cinq segments sont des *fragments*, comme nous l'avions déjà pressenti, *mais tous les stolons recueillis par les divers observateurs et par nous-mêmes*, sauf celui qui a été observé par P. Langerhans, *sont des fragments auxquels il manque, au moins, la région antérieure du corps*.

Il est à remarquer, en outre, que chacun des deux exemplaires, récoltés à Madère, probablement sur le fond à mer basse, possédait un nombre de segments bien supérieur (55 et 68) à celui des plus grands stolons récoltés par les autres chercheurs : ils étaient donc beaucoup moins morcelés.

Nous pouvons conclure de ce qui précède :

1° Les stolons sexués du *Syllis* (*Haplosyllis*) *spongicola* Grube sont non pas acéphales mais du type *dicère* ou *Chætosyllis*. Leurs antennes, contrairement aux constatations faites chez les autres espèces, ne sont pas rudimentaires mais, au contraire, très longues.

2° Ces stolons, après s'être séparés de la souche, se morcellent fréquemment.

3° La région antérieure du stolon — tête et quelques segments pourvus de taches oculiformes réduites, de parapodes peu développés — reste, très probablement, au fond de la mer, ce qui explique qu'elle n'ait été encore jamais récoltée dans les pêches planctoniques. Ces faits rappellent, dans une certaine mesure, ce qui se passe chez le *Palolo* (*Eunice viridis* Gray).

Des observations antérieures et des nôtres, il ressort qu'aucun stolon sexué de Syllidien n'est vraiment acéphale : d'autre part, Marion et Bobretzky (1875) ont vu des bourgeons de *Trypanosyllis Krohnii* Clpd.

(= *T. zebra* Grube) pourvus de « deux antennes latérales et de deux petits palpes »; nous avons nous-mêmes récolté deux bourgeons sexués de *Trypanosyllis* munis chacun de deux antennes, au cours de nos pêches dans la baie d'Alger. Il est permis de supposer, dans l'état actuel de nos connaissances que, chez les Syllidiens, il n'existe pas de type de bourgeon sexué véritablement acère, pas plus que de type acéphale.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Auge und Sehkraft, par Paul Hkemmerer.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Déformation des congruences stratifiables.* Note [1] de MM. **S. Buscheguennce** et **S. Rossinski**, transmise par M. Hadamard.

1. Si nous avons ∞^1 surfaces (S′) dont les points correspondants sont distribués sur un rayon α' d'une congruence (α'), tandis que les plans tangents en ces points passent par un même rayon α'' d'une congruence (α''), nous dirons que le *couple de congruences* (α'), (α'') *est stratifié unilatéralement.* S'il existe de plus une seconde famille de ∞^1 surfaces (S″) dont les points correspondants sont disposés sur les rayons α'', les plans tangents contenant le rayon α', nous dirons que le *couple* (α'), (α'') *est stratifié bilatéralement.* Dans cette Note, nous étudierons le cas où une surface quelconque S'_0 de la famille (S′) se déforme, entraînant, invariablement liée à S'_0, la congruence (α') du couple, stratifié uni- ou bilatéralement.

2. Si l'on exige : 1° que le couple (α'), (α'') soit stratifié bilatéralement; 2° que les rayons α' de la congruence (α') soient invariablement liés à une surface quelconque S'_0 de la famille (S′) pendant ses déformations arbitraires, nous obtenons les deux cas suivants :

A. (α') *est la congruence des normales de la surface* S'_0 *choisie dans la famille* (S′); *cette surface est à courbure totale constante : Bianchi a indiqué ce cas* [2]. *Il existe* ∞^2 *congruences* (α''), *invariablement liées à* S'_0.

---

[1] Séance du 17 juillet 1929.

[2] L. Bianchi, *Sulle coppie di congruenze rettilinee stratificabili* (*Atti dei Lincei*, 5e série, 33, xii, 1924, p. 521-532).

B. *(α') est encore congruence de normales, tout en étant distincte de la congruence des normales de la surface S'_0 à laquelle (α') est invariablement liée; S'_0 est applicable sur une surface de révolution définie par l'équation*

$$(1) \qquad dz = dr\sqrt{\frac{b^2(1-c)(a^2+r^2)+a^2r^2}{cb^2(a^2+r^2)-a^2r^2}}$$

(a, b, c constantes, r et z rayon et cote du parallèle).

Les projections des rayons α' sur les plans tangents de S'_0 enveloppent les trajectoires orthogonales des courbes de S'_0 le long desquelles la courbure totale reste constante. La position des rayons α'' par rapport aux plans tangents de S'_0 change en général pendant la déformation de S'_0, mais il existe des congruences (α''), formant avec (α') un couple stratifié bilatéralement, et, de plus, invariablement liées avec S'_0 quand S'_0 se déforme arbitrairement.

Les surfaces (1) dépendent en général des fonctions elliptiques; mais un choix convenable de a, b, c donne les cas élémentaires suivants : quadrique de révolution, paraboloïde exclu, pour $c=1$, $a \neq b$; paraboloïde de révolution pour $c=1$, $a=b$; la méridienne est une tractrice allongée ou raccourcie pour $c=0$; caténoïde si $cb^2 = a^2+b^2$; pour $cb^2=a^2$, nous trouvons une surface de révolution dont Weingarten a étudié la déformation.

Si nous ne gardons pour S'_0 que les *déformations à réseau conjugué persistant ou à réseau cinématiquement conjugué persistant*, et si l'on exige encore que les congruences (α'), (α'') du couple stratifié bilatéralement soient invariablement liées à S'_0, nous obtenons la même solution que pour une déformation arbitraire de S'_0.

3. Enfin si l'on exige : 1° que le couple (α'), (α'') soit stratifié unilatéralement; 2° que les rayons α' et α'' soient invariablement liés à une surface S'_0 quelconque de la famille (S') pendant la déformation arbitraire de S'_0, nous avons deux cas.

C. Si les rayons correspondants α' et α'' sont orthogonaux, S'_0 *est applicable sur une surface quelconque de révolution:* les tangentes de S'_0, parallèles aux rayons correspondants α'', enveloppent sur S'_0 la famille des déformées des parallèles de la surface de révolution. *La congruence* (α') est *congruence de normales*, sans coïncider nécessairement avec la congruence des normales de S'_0. En général (α'') n'est pas congruence de normales; quand (α'') est congruence de normales, S'_0 est applicable sur une surface (1).

D. Si les rayons correspondants de (α') et (α'') ne sont pas orthogonaux, S'_0 *est applicable sur une surface* (1); à une congruence (α') on peut associer ∞^3 congruences (α''), formant un couple stratifié unilatéralement.

Pour toutes les solutions indiquées nous obtenons toujours des couples (α'), (α'') où les développables se correspondent; ces couples rentrent donc dans la classe examinée par M. G. Fubini (1).

CHRONOMÉTRIE. — I. *Extension de la méthode de Résal-Caspari pour la déformation du spiral.* — II. *Sur la suspension élastique des pendules: rectification de priorité.* Note (2) de M. **J. Haag**, présentée par M. G. Kœnigs.

I. On sait que Résal a fait le calcul direct de la déformation du spiral cylindrique, par la théorie bien connue de l'élastique. En s'appuyant sur la *petitesse de la réaction d'encastrement*, Caspari en a déduit des formules approchées, d'où résulte la méthode d'isochronisme de Le Roy (3). Le but de la présente Note est de montrer comment la même méthode d'approximation peut être appliquée à un spiral de forme quelconque, avec des calculs d'ailleurs plus simples que ceux des auteurs précités.

Soient X, Y les composantes de la réaction d'encastrement de la virole sur le spiral et $\frac{EI\theta}{L} + N$ le moment de cette réaction et du couple d'encastrement par rapport à l'axe du balancier. Les quantités X, Y, N sont pratiquement très petites; nous les considérerons comme des infiniment petits du premier ordre. On a *rigoureusement*, en appelant φ l'angle polaire de la tangente au point (x, y),

$$\frac{d(\varphi - \varphi_0)}{ds} = \frac{\theta}{L} + \frac{N - xY + yX}{EI}. \tag{1}$$

En première approximation, si l'on suppose X, Y, N nuls, on en déduit

$$\varphi' = \varphi_0 + \frac{\theta s}{L}. \tag{2}$$

Si l'on pose $\varphi = \varphi' + \varphi''$, φ'' est un infiniment petit du premier ordre. Dans ce qui va suivre, nous marquerons d'un accent les quantités correspondant à la première approximation et de deux accents les corrections tenant compte de la deuxième approximation.

(1) G. Fubini, *Su alcune classi di congruenze di rette e sulle trasformazioni delle superficie R* (*Annali di Matematica*, 6e série, 1, 1924, p. 241-257).

(2) Séance du 8 juillet 1929.

(3) Cf. Andrade, *Horlogerie et Chronométrie*, Chap. XI.

Cela posé, l'équation (1) nous donne, *au second ordre près*,

$$(3)\qquad \varphi'' = \frac{S}{EI}(N - \xi'Y + \eta'X),$$

en appelant ξ, η les coordonnées du centre de gravité de l'arc s. On a ensuite

$$(4)\qquad X'' = -\int_0^s \varphi'' \sin\varphi' \, ds = -\varphi''y' + \frac{1}{EI}\int_0^s y'(N - x'Y + y'X)\, ds$$

et une formule analogue en y''.

Pour $s = L$, on a, en affectant de l'indice un toutes les quantités correspondantes, qui sont connues,

$$(5)\qquad \varphi''_1 = 0, \qquad x''_1 = x_1 - x'_1, \qquad y''_1 = y_1 - y'_1.$$

En portant (3) et (4) dans (5), on a trois équations du premier degré entre les trois inconnues X, Y, N. Si l'on introduit la forme quadratique $V(u, v, w)$ d'une de mes précédentes Notes [1], calculée sur le spiral complet et *à partir de la première approximation*, on obtient immédiatement

$$(6)\qquad X = \frac{1}{2}\frac{\partial V}{\partial u}, \qquad Y = \frac{1}{2}\frac{\partial V}{\partial v}, \qquad N = \frac{1}{2}\frac{\partial V}{\partial w},$$

où l'on doit remplacer u, v, w par $x_1 - x'_1$, $y_1 - y'_1$, o.

Pour θ infiniment petit, on retrouve exactement les formules (29) de mon Mémoire précité.

En négligeant des quantités du second ordre, on peut écrire

$$(7)\qquad X = \frac{2EI}{Lk^2}u, \qquad Y = \frac{2EI}{Lk^2}v, \qquad N = \frac{EI}{Lk^2}\frac{d(u^2+v^2)}{d\theta},$$

où k désigne le rayon de gyration du spiral par rapport à O. Ces formules ont une interprétation géométrique très simple. Soient B la position exacte de l'extrémité du spiral, B' la position approchée qui résulte de la première approximation, z la distance BB'. *La réaction d'encastrement* du spiral sur le balancier est

$$(8)\qquad \vec{F} = \frac{2EI}{Lk^2}\overrightarrow{BB'}.$$

Le *couple perturbateur* est

$$(9)\qquad -N = -\frac{EI}{Lk^2}\frac{d(z^2)}{d\theta}.$$

---

[1] *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1194. Voir aussi mon Mémoire du *Bulletin de la Société mathématique de France*, 56, 1928, p. 250.

Les corrections du *centre de gravité* sont

$$\xi_1'' = \frac{dv}{d\theta} - u, \qquad \eta_1'' = -\frac{du}{d\theta} - v. \tag{10}$$

Les quantités u et v peuvent être calculées directement d'une manière très simple dans le cas du spiral cylindrique sans courbes terminales. On retrouve alors toutes les formules de Résal-Caspari-Andrade. Dans les autres cas, on peut employer les développements

$$u = -\theta Y_1 - \frac{\theta^2}{2!} X_2 + \frac{\theta^3}{3!} Y_3 + \frac{\theta^4}{4!} X_4 - \frac{\theta^5}{5!} Y_5 - \ldots,$$

$$v = \theta X_1 - \frac{\theta^2}{2!} Y_2 - \frac{\theta^3}{3!} X_3 + \frac{\theta^4}{4!} Y_4 + \frac{\theta^5}{5!} X_5 - \ldots,$$

où X_i, Y_i désignent, suivant la terminologie de M. Keelhoff, les coordonnées du centre de gravité d'ordre i, à l'état naturel.

On peut alors calculer sans difficulté le couple moteur et le centre de gravité du spiral, cylindrique ou plat, muni de courbes terminales. On en déduit ensuite la perturbation apportée par l'excentricité du spiral sur la durée d'oscillation, tant au point de vue de la réaction d'encastrement que de la pesanteur.

II. M. Tricomi me signale un Mémoire publié par lui, en mars 1929, dans le *Nuovo Cimento*, et où il a obtenu à peu près tous les résultats résumés dans ma Note du 3 juin 1929. Son travail, daté de décembre 1928, a été exécuté à peu près en même temps que le mien, dont j'ai retardé la publication d'environ six mois. Néanmoins, la priorité lui appartient incontestablement.

AVIATION. — *Possibilités nouvelles de vol avec un moteur stoppé sur avions bimoteurs.* Note de M. **D.-S. de Lavaud**, présentée par M. Rateau.

J'ai étudié, avec MM. Paulhan et Pillard, l'adaptation de mes roues libres aux hélices d'avions bimoteurs, comme facteur de *sécurité* et de *gain aérodynamique*. Avec une hélice à grand pas relatif, on ne peut, en vol, stopper un moteur dont l'entraînement est un danger en cas d'avarie et une cause de résistance aérodynamique. En calant l'hélice par un frein, sa résistance axiale diminue, mais bien moins qu'en autorotation *sur roue libre*, comme je vais le montrer.

Soient, aux deux tiers du rayon, zone efficace, un élément de pale de surface s (*fig.* 1), V et U ses vitesses d'avancement et de rotation, de résul-

tante W, i l'incidence, γ et δ les angles de W et de la corde du profil avec U, le pas relatif étant $m = 2/3\pi \operatorname{tang}\delta$. En *rotation libre*, la résultante f de la traînée t et de la poussée p, de coefficients c_x et c_z, est *normale* à U et constitue la *résistance*. Le profil est attaqué de dos, $\gamma = \delta + i$ étant égal à

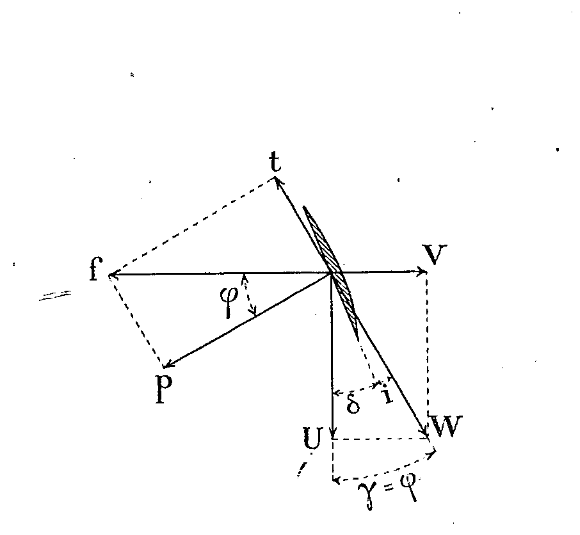


Fig. 1.

Fig. 2.

l'angle φ tel que $c_x = c_z \operatorname{tang}\varphi$. Donc $\delta + i = \varphi$, $U = V \cot\varphi$ et

$$f = \frac{a}{2g} \frac{c_x}{\sin\varphi}, \qquad W^2 = \frac{a}{2g} \frac{c_x}{\sin^3\varphi} V^2.$$

La droite $y = \delta + i$ coupe la courbe de φ en fonction de i au point d'*autorotation*, donnant φ, i, c_x, f et U (*fig.* 2).

Pour un *grand pas relatif* m, φ est élevé, c_z petit, la vitesse de rotation U et la résistance f *faibles*. Si m *diminue*, φ aussi, U et f *croissent* très vite avec c_z, en tendant vers une limite pour $m = 0$, $\frac{c_x}{\sin^3\varphi}$ étant ici 8 fois plus grand pour $m = 0,3$ que pour $m = 0,9$. Si, *hélice calée*, le coefficient c de f baisse linéairement avec m de 1,1 à 0,8 entre $m = 0$ et $m = 1$, le *meilleur gain* est vers $m = 0,8$ avec trois fois moins de résistance, *sans avantage* en dessous de $m = 0,4$. Les profils *symétriques*, à faible c_x, sont favorables. Les essais confirment ces lois.

Une hélice telle que $D = 4^{m},40$, $m = 0,8$, adaptée pour 1000 t/m et 500 ch, résiste, *calée*, avec 150^{kg} à $V = 40$ m/s et avec 50^{kg} en *autorotation*

à 600 t/m. Avec moteurs *tractifs*, l'un arrêté, ou en *tandem*, celui d'*avant* stoppé, on gagne ainsi 100^{kg}, soit, à 40 m/s, une puissance $\mathcal{T}_u = 4000$ kgm/s ou motrice de 70 ch, représentant 560^{kg} de *charge* à 8^{kg} au cheval ou 600^{km} de *parcours*. A même poids total, soit $P = 5500^{kg}$, on dispose, par l'excédent de puissance $\mathcal{T}_u$, d'une *vitesse de montée* $\frac{\mathcal{T}_u}{P} = 0{,}73$ m/s qui améliore ou permet le vol, la possibilité d'ascension devant être au moins de 0,40 à 0,50 m/s.

Avec moteurs *latéraux*, l'effet de *giration* sur l'avion s'atténue de 15 à 20 pour 100. Avec moteurs en *tandem*, celui d'*arrière* calé, l'hélice d'avant *soufflant* à 10 m/s, on gagne 156^{kg} sur la résistance, soit une puissance utile $\mathcal{T}_u = 6240$ kgm/s ou motrice de 110 ch, représentant une *charge* de 880^{kg}, 950^{km}, de *parcours*, ou 1,13 m/s de *vitesse d'ascension*, rendant très aisé un vol le plus souvent *déficient*.

Enfin, par rapport au cas usuel du moteur *entraîné*, ces gains peuvent être *doublés*.

Ma roue libre offre ainsi, par un moyen fort *simple*, des facilités *nouvelles*, *remarquables* et *étendues* de vol avec un moteur stoppé sur deux. Ses essais officiels ont prouvé sa solidité et, par son élasticité due à l'arc-boutement, son action favorable sur le moteur, *sans modification du ralenti*.

On peut d'ailleurs envisager le *blocage* des roues libres à l'*atterrissage* par une manœuvre du pilote dans le but de *diminuer la finesse* de l'avion et lui permettre ainsi de se poser plus facilement.

MÉTROPHOTOGRAPHIE. — *Sur une mise en place des clichés dans les appareils de restitution.* Note [1] de M. G. **Poivilliers**, présentée par M. P. Helbronner.

La question de la mise en place des clichés dans les appareils de restitution, lorsque les éléments de prise de vue sont inconnus, est d'une importance capitale dans le problème de la carte par l'exploitation des photographies aériennes. Je me suis proposé la recherche d'une méthode de détermination des coordonnées du point de vue et des trois paramètres d'orientement du cliché, qui fût à la fois pratique et rigoureuse, en m'effor-

[1] Séance du 17 juillet 1929.

çant de réduire le plus possible la durée d'immobilisation des appareils de restitution, la difficulté et la longueur des calculs préliminaires.

Dans ce qui suit, je supposerai que l'on possède des valeurs approchées des six paramètres de mise en place, et que l'on connaît les coordonnées de trois points au moins du terrain identifiables sur le cliché. La méthode employée consiste à déterminer sur l'appareil de restitution les coordonnées des intersections des lignes de visée de ces points (matérialisées de façon variable suivant le type d'appareil) avec les plans d'éloignement approché correspondants. Pour l'unification des formules, je désignerai l'éloignement par y quelle que soit l'inclinaison de l'axe de prise de vue, cet éloignement étant compté horizontalement ou verticalement suivant le cas.

Si la mise en place était correcte, les différences de coordonnées lues Δx_i^j, Δz_i^j relatives aux couples de points connus i et j identifiables sur le cliché, seraient égales aux différences correspondantes des coordonnées vraies; la mise en place n'étant qu'approchée, il n'en est pas ainsi et l'on constate des écarts εx_i^j, εz_i^j entre ces quantités. Ainsi que nous allons le montrer, les erreurs de mise en place, supposées petites, sont des fonctions linéaires des écarts mesurés ε correspondant à trois points i, j, k, dont on peut déterminer à l'avance les coefficients. Ceux-ci étant connus, on obtient les valeurs des corrections à faire subir à la mise en place, par un calcul rapide à la règle effectué immédiatement après la détermination des quantités ε.

Détermination des coefficients des équations de correction. — Quelles que soient les erreurs de mise en place du cliché, on peut toujours le supposer convenablement orienté par rapport à un système de comparaison approprié dont l'origine est au point de vue. Les lignes matérialisant dans l'appareil les directions de visée correspondant à un point M du terrain, passent par un point m dont les coordonnées x', y', z', dans ce système, sont égales, à l'échelle près, à celles du point M du terrain. Soient alors x, y, z les coordonnées de ce point m par rapport au système de référence de l'appareil dont l'origine est toujours supposée au point de vue S, on a, en considérant de faibles erreurs d'orientement du cliché,

$$(1)\qquad x = x' - y'\alpha + z'\gamma, \qquad y = y' + x'\alpha - z'\beta, \qquad z = z' - x'\alpha + y'\beta,$$

α, β, γ étant les angles dont il faut faire tourner le trièdre $Sxyz$ autour de l'axe Sz et des positions successives des axes Sx et Sy, pour l'amener en coïncidence avec le trièdre $Sx'y'z'$.

La ligne de visée passant par m rencontre le plan d'éloignement ap-

proché $\eta_1 = y' + \delta$ en un point de coordonnées

$$(2)\quad \left\{\begin{aligned} X &= x' - \left(y' + \frac{x'^2}{y'}\right)\alpha + \frac{x'z'}{y'}\beta + z'\gamma + \frac{x'}{y'}\delta,\\ Y &= y' + \delta,\\ Z &= z' - \frac{x'z'}{y'}\alpha + \left(y' + \frac{z'^2}{y'}\right)\beta - x'\gamma + \frac{z'}{y'}\delta. \end{aligned}\right.$$

En désignant par ξ_i, η_i, ζ_i les coordonnées approchées d'un point i et en formant les quantités ε précitées, on obtient, toujours avec l'approximation des petites quantités :

$$(3)\quad \left\{\begin{aligned} &-\left(\frac{\xi^2+\eta^2}{\eta}\right)_i^j\alpha + \left(\frac{\xi\zeta}{\eta}\right)_i^j\beta + (\zeta)_i^j\gamma + \left(\frac{\xi}{\eta}\right)_i^j\delta = \varepsilon X_i^j,\\ &-\left(\frac{\xi\zeta}{\eta}\right)_i^j\alpha + \left(\frac{\eta^2+\zeta^2}{\eta}\right)\beta - (\xi)_i^j\gamma + \left(\frac{\zeta}{\eta}\right)_i^j\delta = \varepsilon Z_i^j,\\ &-\left(\frac{\xi^2+\zeta^2}{\eta}\right)_i^k\alpha + \left(\frac{\xi\zeta}{\eta}\right)_i^k\beta + (\zeta)_i^k\gamma + \left(\frac{\xi}{\eta}\right)_i^k\delta = \varepsilon X_i^k,\\ &-\left(\frac{\xi\zeta}{\eta}\right)_i^k\alpha + \left(\frac{\eta^2+\zeta^2}{\eta}\right)_i^k\beta - (\xi)_i^k\gamma + \left(\frac{\zeta}{\eta}\right)_i^k\delta = \varepsilon Z_i^k. \end{aligned}\right.$$

système de quatre équations linéaires en α, β, γ, δ dont les solutions sont fournies par des expressions de la forme

$$\alpha = \frac{1}{\Delta}(A\varepsilon x_i^j + A'\varepsilon z_i^j + A''\varepsilon x_i^k + A'''\varepsilon z_i^k).$$

On obtient $\Delta x = \xi - x'$, $\Delta z = \zeta - z'$, en portant ces valeurs dans les expressions (2) correspondant au point i par exemple. En prenant les valeurs approchées de ce point égales aux coordonnées liées X_i, Y_i, Z_i, on a

$$(4)\quad \left\{\begin{aligned} \Delta x = \frac{1}{\Delta\eta_i}\{\; &\varepsilon x_i^j[-A\,(\xi_i^2+\eta_i^2) + B\,\xi_i\eta_i + C\,\eta_i\zeta_i + D\,\xi_i]\\ &+\varepsilon z_i^j[-A'(\xi_i^2+\eta_i^2) + B'\xi_i\eta_i + C'\eta_i\zeta_i + D'\xi_i]\\ &+\varepsilon x_i^k[-A''(\xi_i^2+\eta_i^2) + B''\xi_i\eta_i + C''\eta_i\zeta_i + D''\xi_i]\\ &+\varepsilon z_i^k[-A'''(\xi_i^2+\eta_i^2) + B'''\xi_i\eta_i + C'''\eta_i\zeta_i + D'''\xi_i]\},\\ \Delta z = \frac{1}{\Delta\eta_i}\{\; &\varepsilon x_i^j[-A\,\xi_i\eta_i + B\,(\eta_i^2+\zeta_i^2) - C\,\xi_i\eta_i + D\,\zeta_i]\\ &+\varepsilon z_i^j[-A'\xi_i\eta_i + B'(\eta_i^2+\zeta_i^2) - C'\xi_i\eta_i + D'\zeta_i]\\ &+\varepsilon x_i^k[-A''\xi_i\eta_i + B''(\eta_i^2+\zeta_i^2) - C''\xi_i\eta_i + D''\zeta_i]\\ &+\varepsilon z_i^j[-A'''\xi_i\eta_i + B'''(\eta_i^2+\zeta_i^2) - C'''\xi_i\eta_i + D'''\zeta_i]\}. \end{aligned}\right.$$

On remarque que les coefficients des quantités ε, dans les expressions des six paramètres de mise en place, sont racines d'un même système d'équations

linéaires dont le terme constant dépend seul du paramètre considéré :

$$
(5)\quad \left\{
\begin{array}{llllc|c|c|c|c|c|c}
 & & & & & \Delta x. & \Delta y = \delta. & \Delta z. & \alpha. & \beta. & \gamma. \\
\left(\frac{\xi^2+\eta^2}{\eta}\right)_i^j p + & \left(\frac{\xi\zeta}{\eta}\right)_i^j q + & \left(\frac{\xi^2+\eta^2}{\eta}\right)_i^k r + & \left(\frac{\xi\zeta}{\eta}\right)_i^k & s = & \frac{\xi_i^2+\eta_i^2}{\eta_i} & 0 & \frac{\xi_i\zeta_i}{\eta_i} & -1 & 0 & 0 \\
\left(\frac{\xi\zeta}{\eta}\right)_i^j p + & \left(\frac{\eta^2+\zeta^2}{\eta}\right)_i^j q + & \left(\frac{\xi\zeta}{\eta}\right)_i^k r + & \left(\frac{\eta^2+\zeta^2}{\eta}\right)_i^k & s = & \frac{\xi_i\zeta_i}{\eta_i} & 0 & \frac{\eta_i^2+\zeta_i^2}{\eta_i} & 0 & 1 & 0 \\
(\zeta)_i^j p - & (\xi)_i^j q + & (\zeta)_i^k r - & (\xi)_i^k & s = & \zeta_i & 0 & -\xi_i & 0 & 0 & 1 \\
\left(\frac{\xi}{\eta}\right)_i^j p + & \left(\frac{\zeta}{\eta}\right)_i^j q + & \left(\frac{\xi}{\eta}\right)_i^k r + & \left(\frac{\zeta}{\eta}\right)_i^k & s = & \frac{\xi_i}{\eta_i} & 1 & \frac{\zeta_i}{\eta_i} & 0 & 0 & 0
\end{array}
\right.
$$

ÉLECTRICITÉ. — *Étude de la pile gaz ammoniac-oxygène.* Note de MM. C. **Marie** et C. **Haenny**, présentée par M. G. Urbain.

Étant donnée l'importance industrielle de l'oxydation catalytique du gaz ammoniac, il nous a paru intéressant d'étudier la pile à gaz correspondante. Des expériences préliminaires nous ayant montré qu'un électrolyte fondu tel qu'un mélange de nitrates alcalins ne se prêtait pas à l'étude quantitative, nous avons utilisé le verre (Pyrex) déjà employé pour des études analogues par Haber et plus récemment par Kallmann [1].

Nous avons ainsi mesuré la force électromotrice de la chaîne :

Air — Pt — verre Pyrex — Pt — NH^3.

L'appareil était constitué simplement par un gros tube à essai en verre Pyrex dont le fond avait été platiné sur les deux faces. Le contact électrique était assuré, de part et d'autre, au moyen d'un faisceau de fils fins de platine et l'ensemble était chauffé dans un four électrique à résistance dont la température était déterminée par un couple Pt-PtRh étalonné. Les mesures s'effectuant par la méthode potentiométrique habituelle avec comme appareil de zéro un électromètre capillaire et un élément Weston comme étalon.

Les résultats fournis par les expériences ont été les suivants :

a. Le système ne devient conducteur qu'à partir d'environ 480° ;

b. La force électromotrice du système est pratiquement nulle quand les deux électrodes sont en contact avec le même gaz ;

c. La force électromotrice de la pile varie avec la température, ainsi que

(1) H. Kallmann, *Z. für Electrochem.*, 28, 1922, p. 81.

l'indiquent les chiffres ci-dessous :

t°	570°.	615°.	652°.	670°.	690°.	707°.	735°.	755°.	772°.	790°.
F. e. m. observée..	1,090	1,075	1,022	1,018	1,008	1,00	0,99	0,976	0,963	0,951

Ces résultats ont été comparés aux valeurs théoriques que l'on pouvait prévoir en admettant les réactions suivantes :

I. .... $4NH^3 + 5O^2 = 4NO + 6H^2O$ $Q = +216,9$ kg/cal
II. .... $4NH^3 + 3O^2 = 2N^2 + 6H^2O$ $Q \doteq +303,3$ kg/cal

La première de ces réactions correspond à une force électromotrice de 0,47 volt et la seconde à une force électromotrice de 1,1 volt, à la température ordinaire.

Les valeurs données ci-dessus correspondent donc à la réaction II.

Les recherches sur la réaction catalytique industrielle et particulièrement celles de Pascal et Decarrière ([1]) permettent d'ailleurs de prévoir que dans les conditions de nos expériences, la deuxième réaction était la plus probable.

Conclusion. — Ces expériences dont les détails et la discussion seront donnés dans un autre Recueil montrent donc que la combustion du gaz ammoniac dans la pile étudiée donne de l'azote et que la force électromotrice obtenue correspond à la valeur calculée à partir des données thermochimiques.

RAYONS POSITIFS. — *Sur l'emission des rayons anodiques de sodium et de chrome.* Note ([2]) de M. **A. Poirot**, présentée par M. Ch. Fabry.

On peut extraire des ions positifs, dans un vide aussi bon que possible, d'une anode formée de sels métalliques quand l'agitation thermique des ions et la chute anodique sont suffisantes.

Divers auteurs, parmi lesquels Gehrcke et Reichenheim ([3]), Dempster ([4]), Aston ([5]), ont obtenu, à l'aide de dispositifs expérimentaux plus ou moins différents, des émissions de rayons anodiques généralement capricieuses et

---

([1]) Pascal et Decarrière, *Bulletin de la Société chimique*, **25**, 1919, p. 489.

([2]) Séance du 17 juillet 1929.

([3]) Gehrcke et Reichenheim, *Verh. d. Phys. Ges.*, **8**, 1906, p. 559; **9**, 1907, p. 76, 200, 373; **10**, 1908, p. 217.

([4]) Dempster, *Phys. Rev.*, **11**, 1918, p. 316; **18**, 1921, p. 415; **20**, 1922, p. 631.

([5]) Aston, *Phil. Mag.*, **42**, 1921, p. 436; *Nature*, **107**, 1921, p. 72.

souvent éphémères. M. Morand (¹) a apporté à la technique expérimentale des perfectionnements importants qui lui ont permis d'obtenir une émission régulière et stable dans le cas du lithium.

L'expérience semblait indiquer que les émissions les plus faciles à produire sont relatives aux métaux de poids atomiques faibles et principalement au lithium et qu'il est préférable de partir de sels halogénés aisément dissociables.

En utilisant un dispositif analogue à celui de M. Morand et en partant de bichromate de sodium pur, j'ai pu réaliser une émission de rayons anodiques de sodium et de chrome caractérisée non seulement par une très grande stabilité du régime d'émission mais aussi par une durée notablement plus longue que celle qui correspond au lithium.

D'une manière générale, le choix du sel utilisé est très important; mais il n'est nullement nécessaire de faire appel à des sels halogénés et l'on peut obtenir d'aussi bons résultats avec des métaux lourds qu'avec des métaux légers. Il est également important de régler minutieusement le potentiel et surtout le chauffage de l'anode; ces réglages sont d'ailleurs facilités par l'emploi d'un sel unique, suffisamment stable, à point de fusion bien déterminé.

L'émission des rayons anodiques de sodium et de chrome commence brusquement, pour une température convenable du sel, inférieure à sa température de fusion, quand la différence de potentiel aux bornes du tube est suffisante. Cette différence de potentiel tombe ensuite très rapidement à quelques milliers de volts et les conditions électriques de l'émission demeurent constantes pendant toute la durée de celle-ci; on a affaire à un régime d'arc et l'on assiste à un phénomène de dissociation dont on reste maître dans d'assez larges limites.

L'anode est entourée d'une lueur jaune d'autant plus intense que le courant qui traverse le tube est plus grand. Les rayons anodiques partent normalement à la surface du sel et le faisceau formé, convenablement dirigé, est faiblement illuminé en jaune. On observe aussi une tache jaune intense sur la partie de la surface cathodique frappée par le faisceau anodique. Le spectre de la lumière émise à la cathode est formé des spectres d'arc du sodium et du chrome; celui de la lumière émise à l'anode et entre l'anode et la cathode comprend seulement les raies d'arcs les plus intenses du chrome. Je n'ai pas observé de raies relatives à l'oxygène; ce dernier joue vraisemblablement le même rôle que les halogènes quand on utilise des sels halogénés.

(¹) MORAND, *Ann. d. Phys.*, 7, 1927, p. 103.

OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE. — *Sur une méthode pour la détermination des angles par l'utilisation des aires microscopiques.* Note de M. **Albert Arnulf**, présentée par M. Ch. Fabry.

La méthode que nous présentons a pour but de définir, à une minute d'arc près (résultat des expériences effectuées, que l'on pourra sans doute améliorer), la direction de la normale en un point d'une surface polie de rayon de courbure même très faible (par exemple $0^{mm},01$), l'aire utilisée pour la mesure pouvant être réduite à $0^{mm},001$.

Par exemple, il est possible de mesurer à une minute près l'angle des faces d'un cristal microscopique, les dimensions des faces de ce cristal ne dépassant pas $0^{mm},001$ dans tous les sens.

Le principe de la méthode est le suivant : on utilise un microscope dans le plan image duquel on forme, au moyen d'une glace sans tain à 45°, l'image A d'un point lumineux placé latéralement. L'objectif du microscope donne du point A une image B, que l'on met en coïncidence avec la surface polie dont on veut évaluer l'orientation. Les rayons lumineux reviennent en arrière et l'on obtient alors, dans le plan image du microscope une image de retour A' du point A. On place l'œil au voisinage de A', de façon que le faisceau de retour pénètre entièrement dans la pupille, l'œil étant accomodé sur le plan de la lentille arrière de l'objectif. On voit alors cette lentille uniformément éclairée, si le plan tangent à la surface étudiée est exactement perpendiculaire à l'axe optique du microscope. En effet, les cônes de rayons ayant pour sommets A et B et pour base l'objectif coïncident exactement à l'aller et au retour.

Si le plan tangent à la surface étudiée n'est pas perpendiculaire à l'axe optique du microscope, le cône de retour de sommet B pivote autour de sa pointe B d'un angle égal au double de l'angle α que fait la normale à la surface avec l'axe du microscope. Si ce dernier angle est égal à u, tel que $\sin u = a$, a étant l'ouverture numérique de l'objectif utilisé, les deux cônes seront tangents le long de deux génératrices opposées, et aucun rayon ne pénétrera à l'intérieur de l'objectif.

Si l'angle α part de zéro et augmente progressivement, l'œil, accommodé sur l'objectif, verra d'abord celui-ci entièrement illuminé, puis à mesure que l'angle α croît, la portion illuminée, correspondant à la partie commune aux cônes d'aller et de retour, diminuera progressivement pour disparaître lorsque $\alpha = u$.

La mesure du diamètre de la portion commune aux deux cônes fournit, par exemple, au moyen d'un étalonnage préalable, la valeur de l'angle α.

On obtient une meilleure précision en plaçant, tout contre la lentille arrière de l'objectif du microscope, une pointe acérée dont l'extrémité coïncide avec le milieu d'un diamètre de cette lentille. L'image (ou plutôt l'ombre) de retour de la pointe est placée symétriquement, la pointe et son ombre se faisant face. On déduit la valeur de l'angle α du déplacement de l'ombre par rapport à la pointe. L'angle maximum que l'on peut mesurer est alors de $\frac{u}{2}$. Cet angle serait voisin de u si l'on plaçait la pointe à l'extrémité d'un diamètre de l'objectif, l'ombre venant alors se former à l'extrémité opposée.

Les mesures d'angles seront plus précises, bien que plus compliquées, si l'on utilise le microscope que nous venons de décrire à la manière de la lunette autocollimatrice d'un goniomètre; l'appareil sert alors uniquement à définir la perpendiculaire aux surfaces de l'objet étudié, par la mise en coïncidence de la pointe et de son ombre, opération qui peut être effectuée avec précision; les angles sont évalués en mesurant sur un cercle gradué les rotations de l'objet ou les rotations du microscope.

On obtient des pointés précis en visant la pointe et son ombre au moyen d'un viseur grossissant, et en effectuant les pointés sur les franges de diffraction qui bordent les images.

OPTIQUE. — *Une méthode pour la mesure de la clarté efficace des objectifs photographiques.* Note (¹) de M. **Josef Hrdlicka**, présentée par M. Fabry.

L'action photochimique de la lumière sur la plaque photographique dépend de l'éclairement et de la durée de pose, les autres circonstances étant constantes. L'éclairement de l'image photographique est proportionnel au carré du rapport du rayon de la pupille d'entrée et de la distance focale, ou au carré de l'ouverture relative, qu'on peut exprimer par $1/n$ où $n = f/d$ (d le diamètre de la pupille d'entrée). On caractérise la luminosité d'un objectif photographique par son ouverture relative d'une manière purement géométrique. Dans cette expression de l'ouverture relative, il n'y a pas de facteur exprimant les pertes de lumière à la traversée de l'objectif qui dimi-

(¹) Séance du 17 juillet 1929.

nuent la luminosité utile des objectifs, par exemple des pertes par réflexion sur les surfaces des lentilles, par absorption dans le verre et dans la matière utilisée aux collages. Si l'on désigne par I_0 et par I des intensités lumineuses avant et après la traversée de la lumière par l'objectif, la luminosité vraie, efficace d'un objectif photographique, est mieux caractérisée par l'expression

$$\frac{1}{n\sqrt{I/I_0}}.$$

Pour déterminer $1/n$ on peut employer des méthodes habituelles pour la mesure de la distance focale et du diamètre de la pupille d'entrée. Pour déterminer la valeur du facteur de correction I/I_0 j'ai employé la méthode suivante :

Sur un banc d'optique on aligne une source ponctuelle de lumière, l'objectif étudié, un diaphragme, dont le diamètre est plus petit que le diamètre de l'ouverture maxima de l'objectif, et le sensitomètre. Comme source de la lumière on a employé un petit trou éclairé par une lampe. Cette source est disposée au foyer de l'objectif à essayer au moyen d'un collimateur. Le diaphragme est placé au sommet de la première surface de l'objectif. De l'autre côté, derrière l'objectif et aussi près que possible de celui-ci, est placé le sensitomètre avec la plaque photographique.

J'ai employé un sensitomètre non intermittent, de ma propre construction, avec disque tournant. Pendant la mesure on procède de la manière suivante : La source étant placée au foyer, on mesure la distance r_1 de cette source à la première surface de l'objectif. Soient d_1 le diamètre du diaphragme et d_2 le diamètre de la pupille de sortie correspondante ; on calcule une distance r_2

$$r_2 = r_1 \frac{d_2}{d_1},$$

qu'on prend comme distance fondamentale. Le diamètre d_2 est déterminé photographiquement. La source étant au foyer de l'objectif, on fait au moyen du sensitomètre l'une des poses, après quoi l'objectif est enlevé et la source est approchée du sensitomètre de distance Δ

$$\Delta = l - (r_2 - r_1),$$

où l est la longueur totale de l'objectif, c'est-à-dire la distance entre le sommet de la première et de la dernière surface de l'objectif. Nous prenons l'éclairement donné par la source dans cette position sur la plaque photo-

graphique comme unité. On procède ensuite aux autres poses pour cette position de la source et pour les positions plus approchées et plus éloignées. Sur le négatif on mesure les densités de la plage correspondant à l'axe d'optique de toutes ces poses. De la courbe entre les différentes positions de la source sans l'objectif et les densités correspondantes on détermine, par simple interpolation, la position de la source sans l'objectif pour laquelle l'éclairement produit sur la plaque photographique est égal à l'éclairement donné au travers de l'objectif à étudier. La connaissance de cette distance, que nous appellerons r, nous donne la possibilité de calculer cet éclairement par la simple équation

$$\frac{I}{I_0}=\frac{r_2^2}{r^2}.$$

Cette méthode expérimentale a certains avantages. On se sert d'une source ponctuelle et des plages sensitométriques étroites (4^{mm}), et il n'y a pas à effectuer de corrections sur l'obliquité entre les rayons centraux et les rayons marginaux. Le système ne contient, en dehors de l'objectif même, aucune matière absorbante telle qu'un coin sensitométrique. On peut employer la lumière monochromatique en éclairant le trou par un petit monochromateur ou par la lampe au mercure, etc.

Exemple de mesure :

Les mesures ont été effectuées sur des plaques orthochromatiques antihalo en lumière blanche d'une lampe à incandescence avec globe opale. Dans le cas d'un objectif photographique de distance focale 150^{mm} on a obtenu :

Ouverture relative géométrique donnée par constructeur..........	4,5
Ouverture relative géométrique d'après notre propre mesure......	4,87
Clarté efficace (ouverture relative équivalente)..................	5,54

SPECTROSCOPIE. — *Spectromètre enregistreur pour l'infrarouge*. Note de MM. **P. Lambert** et **J. Lecomte**, présentée par M. A. Cotton.

A la suite de recherches sur les spectres d'absorption infrarouges faites avec une pile thermo-électrique et un galvanomètre, pour éviter des mesures visuelles du galvanomètre, fort longues et pénibles, nous avons été conduits à envisager la construction d'un spectromètre enregistreur. Il y a plus de 30 ans, Langley en avait établi un modèle, et, à sa suite, sont venus, entre autres, Angström, Ellis, Moll, Gorczynski. Nous avons évité, dans notre instrument, les liaisons par engrenages à cause du temps perdu, ainsi que

les mouvements d'horlogerie à cause de l'absence de contrôle sur leur marche.

Principe. — Comme dans tous les spectromètres enregistreurs à infrarouge, à mesure que défilent sur l'instrument récepteur les différentes longueurs d'onde, le spot de cet appareil (dans le cas du radiomètre ou du radiomicromètre) ou du galvanomètre auxiliaire (avec la pile thermo-électrique, le bolomètre ou la cellule photo-électrique) s'inscrit sur une émulsion sensible, animée d'un mouvement perpendiculaire à celui du spot. Il est nécessaire qu'à une position donnée de l'émulsion photographique on puisse faire correspondre une longueur d'onde bien définie. Nous rappellerons de plus que si l'on utilise un prisme de 60°, en sel gemme, une rotation de 8° dans le spectre fera passer de la raie D à 15^{μ} environ, et, qu'à cette rotation de 8° devra, par conséquent, correspondre la course totale de l'émulsion sensible.

Réalisation (*fig.* 1). — 1° *Spectromètre.* — Il est constitué par deux prismes de

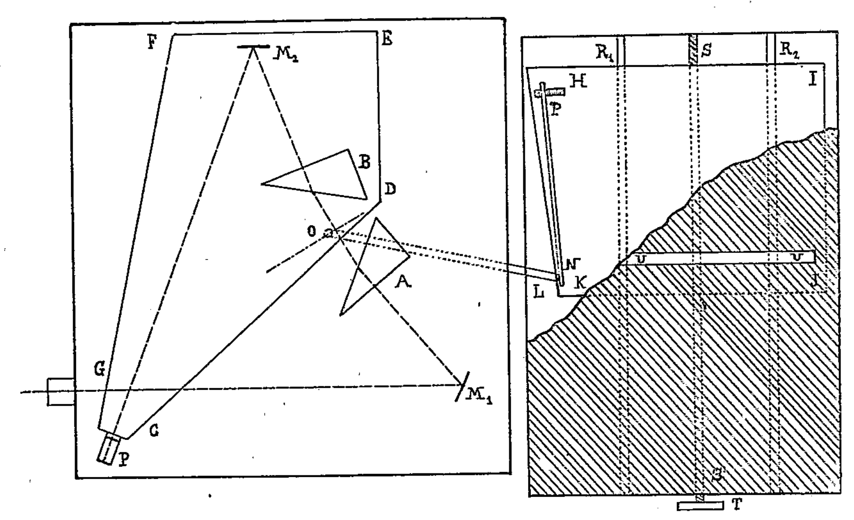


Fig. 1.

sel gemme à 30°. L'un, A, est fixe; l'autre, B, est monté sur la plate-forme CDEFG, mobile autour d'un axe vertical O (convenablement placé pour que le système des deux prismes équivaille à un seul prisme au minimum de déviation) qui porte également le miroir concave M_2 et la pile thermo-électrique P. Les radiations, venant de la source, rendues parallèles par le miroir concave M_1 traversent les deux prismes A et B et sont concentrées par le miroir M_2 sur la pile P.

2° *Enregistreur.* — Le galvanomètre, relié à la pile thermo-électrique P et

éclairé par une lampe auxiliaire, inscrit son spot dans la fente UV du couvercle. La plaque HIJK porte un papier sensible; elle est poussée par la vis SS′ qui porte à son extrémité une poulie T, en relation avec un petit moteur électrique démultiplié. En avançant, la plaque HIJK, par l'intermédiaire de la *came* NP et du levier L, fait tourner, sans retard, l'axe O. Une liaison analogue avait déjà été utilisée avec succès par l'un de nous dans la construction d'un microphotomètre enregistreur. Ce dispositif simple permet, en inclinant d'angles variables la came NP, d'obtenir une rotation plus ou moins rapide de l'axe O.

Résultats. — La courbe en trait plein (*fig.* 2) représente la transmission

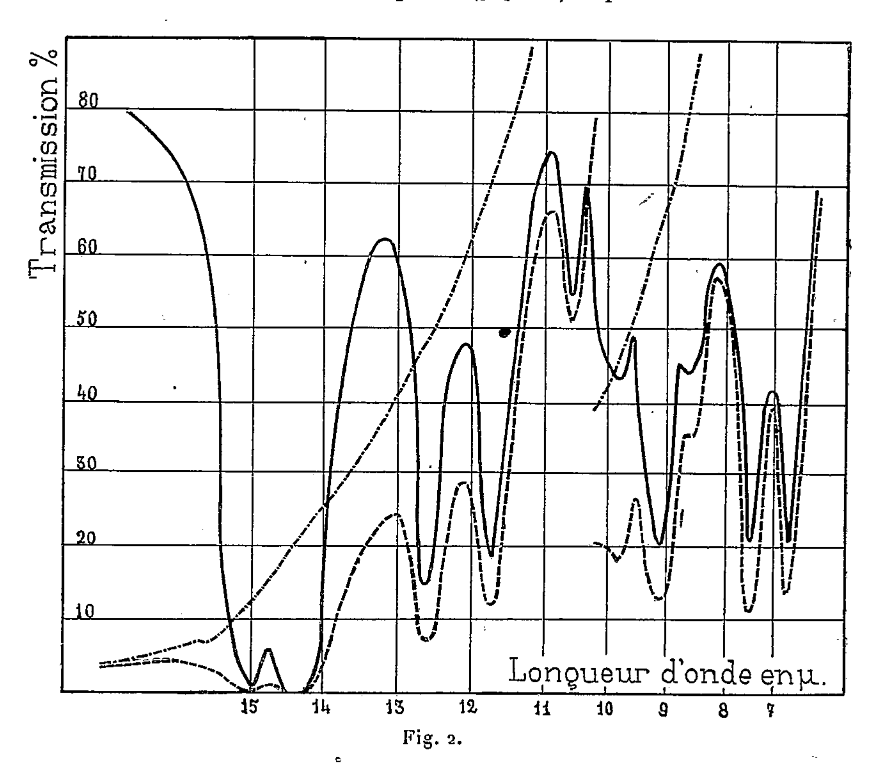


Fig. 2.

de la nitrobenzine sous une épaisseur de $0^{mm},014$ environ, déterminée d'après les enregistrements directs (trait discontinu : avec la cuve d'absorption devant la fente; trait mixte : spectre de la source seule. Les discontinuités dans ces lignes vers 10^{μ} proviennent du changement nécessaire dans la largeur de la fente et l'échelle du dessin n'a permis de reproduire qu'une partie du spectre de la source seule). On retrouve bien les bandes caractéristiques de la nitrobenzine, indiquées par Coblentz, en particulier.

Avec notre appareil, nous obtenons ainsi automatiquement et sans possibilité d'erreur personnelle, en une vingtaine de minutes, un document photographique, alors que l'un de nous devait, auparavant, pour mesurer l'absorption de corps analogues, effectuer, pendant une demi-journée au moins, des lectures visuelles du galvanomètre.

On sait que les spectres d'absorption infrarouges (1 à 16$^{\mu}$) permettent de caractériser toute une série de fonctions chimiques : alcools, aldéhydes, cétones, éthers-sels, amines, etc., et qu'il suffit d'une quantité infime de matière pour obtenir un spectre complet. Nous pensons que cette méthode d'analyse se trouvera beaucoup simplifiée par l'emploi d'un spectromètre analogue à celui que nous venons de décrire.

SPECTROSCOPIE. — *Spectres du phosphore et de l'arsenic dans l'ultraviolet extrême. Multiplets de* As IV *et* As V. Note de M. **Paul Queney**, présentée par M. A. Cotton.

La méthode de la décharge sans électrodes dans les vapeurs raréfiées a été appliquée à l'étude des spectres du phosphore et de l'arsenic dans l'ultraviolet extrême, au moyen du spectrographe à réseau dans le vide décrit par MM. L. et E. Bloch [1]. La région étudiée s'étend de 2700 à 1200 Å pour le phosphore, de 2500 à 700 Å pour l'arsenic; avec des poses suffisamment longues, le nombre de raies obtenues est environ de 350 pour chaque corps. Pour le phosphore, les premières raies des principales séries avaient déjà été classées par Millikan, Bowen et Miss Saltmarsh et ont toutes été retrouvées comme raies fortes. Par contre, pour l'arsenic, la seule classification proposée dont j'ai eu connaissance est celle de As III donnée par Rao et Pattabhiramiah [2]; je me suis alors proposé de trouver les principales raies de As V et As IV en extrapolant, par les méthodes de Millikan et Bowen (lois des doublets irréguliers et des doublets réguliers), les valeurs des raies homologues de Zn II, Ga III, Ge IV d'une part et Zn I, Ga II, Ge III d'autre part, données par Fowler [3], Carroll [4] et Lang [5]; j'ai retrouvé les raies presque exactement aux endroits prévus et avec

[1] L. et E. Bloch, *Rev. Opt.*, 5, 1926, p. 63.
[2] Rao et Pattabhiramiah, *Indian Journ. of Phys.*, 3, 1929, p. 437.
[3] Fowler, *Report on Series in Line Spectra*, p. 140.
[4] Carroll, *Trans. Roy. Soc. Lond.*, 225 A, 1925, p. 357.
[5] Lang, *Phys. Rev.*, 30, 1927, p. 762.

des intensités convenables, et les séparations des doublets et des triplets concordent également avec celles que donne la loi des doublets réguliers. Les résultats sont réunis dans le tableau ci-dessous; les raies indiquées sont : pour As V, le premier doublet de la série principale et le premier groupe de la série diffuse; pour As IV, le premier groupe PP′, la première raie des séries de simplets et le premier groupe de la série diffuse. Dans le cas de As V, l'identification doit être considérée comme assez douteuse, car il n'est pas sûr que le mode d'excitation employé ait permis de donner les raies de As V avec des intensités assez fortes pour que ces raies soient visibles sur les clichés; par contre, dans le cas de As IV, les confirmations sont plus nombreuses et les résultats semblent suffisamment bien établis pour pouvoir servir de point de départ pour une classification plus développée.

Tableau des multiplets de As V *et* As IV.

	Désignation.	λ.	Intensité.	ν.	Δν.	
As V	$4^2S - 4^2P_1$	1029,62	7	97123	4120	
	$4^2S - 4^2P_2$	987,72	6	101243		
	$4^2P_2 - 4^2D_3$	734,75	2	136101	3669	
	$4^2P_1 - 4^2D_2$	715,46	2	139770		
As IV	$4^3P_2 - 4^3P'_1$	980,61	5	101977		
	$4^3P_1 - 4^3P'_0$	971,12	5	102974	2529	
	$4^3P_1 - 4^3P'_1$	956,88	5	104506		
	$4^3P_2 - 4^3P'_2$	953,31	6	104898	1154	
	$4^3P_0 - 4^3P'_1$	946,43	5	105660	2542	
	$4^3P_1 - 4^3P'_2$	930,75	5	107440		
	$4^1S - 4^1P$	892,71	6	112018		
	$4^3P_2 - 4^3D_2$	761,96	2	131240		195
	$4^3P_2 - 4^3D_3$	760,83	4	131435	2530	
	$4^3P_1 - 4^3D_1$	748,27	2	133642		128
	$4^3P_1 - 4^3D_2$	747,55	2	133770	1140	
	$4^3P_0 - 4^3D_1$	741,94	2	134782		

OPTIQUE. — *Fluorescence et absorption infrarouge.*
Note (¹) de M. V. **Posejpal**, transmise par M. Pierre Weiss.

J'ai montré (²) qu'un effet analogue à ceux de Raman et de Cabannes-Daure existe dans le domaine des spectres de fluorescence. En admettant

(¹) Séance du 17 juillet 1929.

(²) *Comptes rendus*, 187, 1928, p. 1046.

l'action de quelques bandes d'absorption infrarouge, données par l'expérience, j'ai calculé toutes les bandes fines de fluorescence du benzène, soit gazeux, soit liquide.

Je veux maintenant généraliser le raisonnement qui m'a servi de point de départ. Une molécule du corps fluorescent, excitée à la fluorescence évolue en général de deux manières. Elle peut, soit dépenser son excitation à l'émission du quantum $h\nu$ d'une radiation de fluorescence ν, soit absorber une partie $h\nu_r$ de son excitation dans le procès de l'absorption interne infrarouge, de fréquence ν_r, et s'élever ainsi à l'état d'excitation plus complexe. Il existe toujours une certaine probabilité d'absorption interne pour toutes les bandes d'absorption infrarouge du corps considéré, quel que soit le degré de la complexité d'excitation de la molécule considérée. De son état d'excitation complexe la molécule revient à son état normal en général par deux étapes : elle émet d'abord le quantum $h\nu'$ de fluorescence, puis elle perd son énergie $\Sigma h\nu_r$ qu'elle avait ramassée par les procès d'absorption interne infrarouge. On a $h\nu = h\nu' + \Sigma h\nu_r$, alors $\nu' < \nu$. Frappée immédiatement après l'émission du quantum $h\nu'$ par un nouveau rayon excitateur ν, la molécule peut lui transmettre toute l'énergie $\Sigma h\nu_r$ qu'elle contient encore de sorte que sa fluorescence est maintenant de fréquence ν'', où $h\nu'' = h\nu + \Sigma h\nu_r$, alors $\nu'' > \nu$, ce qui est contraire à la règle de Stokes.

Soit a_{hk} la fréquence en cm^{-1} d'une bande de la colonne h et la ligne k du tableau du spectre de fluorescence de la vapeur de benzène donné dans le travail cité ci-dessus. Si la différence $a_{h+n,k+m} - a_{h+p,k+q}$ correspond pour les h, k, n, m, p, q donnés à une bande d'absorption infrarouge, nous pouvons attendre que la même bande infrarouge résultera des différences analogues pour tous les h, k. Ainsi dans le tableau ci-après la première colonne donne ladite différence des fréquences; la colonne 2 la moyenne de toutes les valeurs de cette différence tirées de la série I et II du spectre de fluorescence du benzène gazeux; la colonne 3 le même pour le spectre du benzène liquide; les colonnes 4 et 5 les longueurs d'onde en μ; les colonnes 6 et 7 donnent les ν et λ d'après les mesures d'absorption de Puccianti et Coblentz; enfin les colonnes 8 et 9 les mêmes valeurs calculées par V. Henri. Nous retrouvons ainsi dans la fluorescence du benzène presque toutes ses raies d'absorption infrarouges connues jusqu'ici.

Appliquée aux spectres de résonance (¹) de l'iode et du sodium notre

(¹) M. Cotton, le premier, a remarqué une analogie entre les spectres de résonance et l'effet Raman (*Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1475.)

théorie nous amène aux bandes d'absorption infrarouges toutes analogues aux bandes d'absorption de ces vapeurs dans le domaine du visible. Considérons, à titre d'exemple, le très simple spectre de résonance du sodium que M. Wood (¹) a obtenu en l'excitant par la raie rouge du cadmium. Ce spectre nous montre que la bande d'absorption infrarouge entrant ici en jeu a une structure fine et que de ses fines bandes, les seize suivantes y sont actives : 64,85; 65,15; 45; 75; 66,27; 45; 67; 67,80; 68,97; 69,78; 70,22; 92; 72,36; 78; 73,80; 74,96 μ.

	Fluorescence.				Absorption mesurée.		Absorption calculée.	
	ν.		λ.		ν.	λ.	ν.	λ.
		610		16,3			603,4	16,6
					769	13,0	763,4	13,1
$a_{h+1,k} - a_{h,k+1}$....	835	845	11,98	11,8	847	11,8	877,2	11,4
$a_{h,k} - a_{h,k+1}$....	997	1015	10,03	9,8	1020	9,8	1042	9,6
$a_{h,k} - a_{h+1,k+1}$..	1162		8,61		1149	8,7	1205	8,3
$a_{h,k} - a_{h+2,k+1}$..	1328		7,53		1370	7,3	1370	7,3
$a_{h,k} - a_{h+4,k}$....	1339		7,47					
$a_{h,k} - a_{h+3,k+1}$..	1493		6,70		1493	6,7	1515	6,6
$a_{h,k+2} - a_{h+3,k}$....	1503		6,65					
$a_{h+1,k} - a_{h,k+2}$....	1832		5,46		1852	5,40	1808	5,53
					3077	3,25	3049	3,28
$a_{h,k} - a_{h+4,k+3}$..	3655		2,74		3636	2,75	3650	2,74
$a_{h,k+4} - a_{h+2,k}$....	3655		2,74					
					4016	2,49	4082	2,45
$a_{h,k+5} - a_{h+2,k}$....	4657		2,15		4630	2,16	4566	2,19
$a_{h,k+6} - a_{h+1,k}$....	5835		1,71		5848	1,71	5848	1,71
					6944	1,44	6849	1,46

M. Jean Lecomte donne d'après les formules de MM. Haber et Lindemann à la page 280 de son bel Ouvrage (*Le spectre infrarouge*, Paris, 1928) pour l'absorption infrarouge du sodium $\nu = 4,62 . 10^{12}$ et $4,38 . 10^{12}$ sec^{-1}, ce qui exprimé en nos unités donne $\lambda = 64^{\mu},5$ (Haber), $69^{\mu},2$ (Lindemann). Il y remarque qu'une vérification expérimentale de ces valeurs est difficile. Mais nous voyons, que le nombre de M. Haber s'accorde bien avec le premier terme de notre série ci-dessus, celui de M. Lindemann avec le neuvième. Ce fait est alors, me semble-t-il, à la fois et une nouvelle justification de notre théorie et une première vérification expérimentale des formules de MM. Haber et Lindemann.

(¹) R. W. Wood, *Phil. Mag.*, 15, 1908, p. 581.

OPTIQUE CRISTALLINE. — *Étude de l'absorption d'un cristal de dialogite.* Note de M. **Pierre Leroux**, présentée par M. A. Cotton.

De précédentes recherches entreprises sur le pléochroïsme de la tourmaline ([1]) ont montré que l'absorption y est très différente pour le vecteur ordinaire suivant qu'il se propage dans l'axe optique ou dans une direction perpendiculaire à l'axe. Je me suis proposé de vérifier si ce phénomène se retrouve avec d'autres cristaux ([2]). Les présentes recherches ont porté sur un petit cristal de dialogite (CO^3Mn) du Colorado. Ce cristal de couleur légèrement rose violacée ([3]) appartient au système rhomboédrique. Il a été taillé sous forme de deux petites lamelles prises l'une à côté de l'autre dans le cristal. L'une des lamelles est taillée parallèlement à l'axe optique, l'autre perpendiculairement à cet axe. Les épaisseurs mesurées avec un palmer de précision sont pour la lame perpendiculaire à l'axe $l = 0^{mm},96$ et pour la lame parallèle à l'axe $l' = 0^{mm},95$.

Les mesures d'absorption ont été faites à l'aide d'une cellule photo-électrique par la méthode indiquée dans le travail déjà cité. On détermine, avec la lame perpendiculaire à l'axe, le coefficient d'absorption ordinaire K_0 correspondant à une vibration perpendiculaire à l'axe et une direction de propagation parallèle à l'axe ([4]). Avec la lame parallèle on détermine (en lumière polarisée seulement) le maximum et le minimum de l'absorption, en faisant tourner la lame dans son plan. Le maximum conduit au coefficient d'absorption ordinaire K'_0 correspondant à une vibration perpendiculaire à l'axe et une direction de propagation également perpendiculaire à l'axe; le minimum conduit au coefficient d'absorption extraordinaire K_e correspondant à une vibration parallèle à l'axe et une direction de propagation perpendiculaire à l'axe.

Le pouvoir réflecteur, nécessaire pour calculer les coefficients d'absorp-

(1) *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 1456; *Journal de Physique*, 9, 1928, p. 142.

(2) Les cristaux permettant des mesures de ce genre sont très rares. Le cristal utilisé ici provient de John Reed Mine Cie d'Alicante.

(3) Divers auteurs indiquent que la dialogite brunit à l'air, le phénomène doit être lent car mes mesures échelonnées sur deux mois et demi ne m'ont montré aucune variation de la coloration.

(4) Les mesures donnent les mêmes résultats en lumière naturelle et en lumière polarisée.

tion, a été pris égal à 0,068 pour le vecteur ordinaire et 0,044 pour le vecteur extraordinaire.

Voici les résultats obtenus :

λ en Å............	3655.	4046.	4358.	4916.	5460.	5769-5790.
K_0..............	6,06	9,96	3,54	0,34	3,54	1,72
K'_0..............	6,67	10,78	4,14	0,68	4,31	2,01
K_e..............	4,17	9,06	2,54	0,12	3,36	1,38

On voit que pour toutes les longueurs d'onde étudiées, l'absorption du vecteur ordinaire est plus grande lorsqu'il se propage perpendiculairement à l'axe optique que lorsqu'il se propage dans une direction parallèle à l'axe. Ce résultat est bien d'accord avec ceux qu'avaient fourni la tourmaline. Il faut remarquer cependant que pour les petites absorptions, on trouve entre les deux valeurs du coefficient d'absorption ordinaire une différence appréciable que ne présentait pas la tourmaline. Ce fait nous semble pouvoir être expliqué par la présence dans la dialogite de petites inclusions qui n'existaient pas dans les tourmalines, particulièrement pures, étudiées précédemment et qui rendent les deux cas plus difficiles à comparer.

Le pléochroïsme de la dialogite est, comme on le voit, surtout marqué dans l'ultraviolet, la différence $K'_0 - K_e$ étant pour la raie 3655 quatre fois plus grande que pour la raie jaune. Ce fait est en bon accord avec les observations de Gaubert (¹) qui trouve que le pléochroïsme augmente lorsque la longueur d'onde diminue.

PIÉZO-ÉLECTRICITÉ. — *Sur les vibrations suivant l'axe optique dans un quartz piézo-électrique oscillant.* Note (²) de M. **Edgar-Pierre Tawil**, présentée par M. Ch. Fabry.

D'après les lois énoncées par Curie les déformations d'un cristal de quartz piézo-électrique disposé dans un champ électrique se produisent suivant l'axe électrique et dans la direction normale à cet axe et à l'axe optique. La dimension suivant l'axe optique doit demeurer invariable.

Depuis l'emploi de quartz piézo-électrique oscillant on a constaté l'existence d'une fréquence fondamentale qui semble correspondre à un mode de vibration suivant l'axe optique. On a cependant hésité à admettre un fait

(¹) Gaubert, *Comptes rendus*, 149, 1909, p. 1004.

(²) Séance du 17 juillet 1929.

en contradiction avec la théorie et certains auteurs ont proposé diverses hypothèses que n'étayait aucune donnée expérimentale.

Les observations que j'ai réunies et que je résume ici tendent à prouver qu'une des fréquences fondamentales est due à une vibration selon l'axe optique. J'ai déjà indiqué (1) un procédé qui permet grâce à l'emploi de la lumière polarisée de *voir* les vibrations du quartz oscillant. Quand il est libre le cristal vibre en demi-longueur d'onde et l'onde est stationnaire. Pour la fondamentale on aura un nœud de vibrations au centre et un ventre à chaque extrémité.

En lumière polarisée on observe une zone lumineuse au centre du cristal correspondant à un maximum de pression (nœud) et une bande sombre (ventre de vibrations) à deux extrémités. La position de ces bandes par rapport au cristal indique la direction dans laquelle s'effectuent les vibrations.

J'ai examiné dans ces conditions un grand nombre de parallélépipèdes de quartz. La direction de l'axe optique était pour les uns suivant la petite dimension et pour d'autres suivant la grande.

Dans tous les cas il m'a été facile de constater trois figures fondamentales pour lesquelles les ventres de vibrations étaient perpendiculaires soit à l'axe binaire, soit à l'axe optique, soit à la troisième direction. D'autre part, j'avais signalé en 1927 (2) en parlant de l'ultra-son que celui-ci se dégageait tout aussi bien des faces parallèles que de celles normales à l'axe optique. Le dégagement dans la direction de l'axe optique est tout aussi net que celui qui émane des autres faces. Il m'a été donné notamment, en réfléchissant les ondes ultra-sonores sur la face qui les émettait d'amortir ou d'intensifier les vibrations du cristal.

Les résultats concordants de ces expériences semblent ne laisser subsister aucun doute sur l'existence de vibrations dans la direction de l'axe optique.

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de solidification et chaleur de dissolution du saccharose.* Note (3) de M. **A. Tian**, présentée par M. Perrin.

J'ai indiqué dans une Note précédente un moyen d'évaluer la chaleur de solidification du saccharose en utilisant la catalyse de ce phénomène par la

(1) *Comptes rendus*, 183, 1926, p. 1099, et 185, 1927, p. 114.
(2) *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 114.
(3) Séance du 17 juillet 1929.

vapeur d'eau. Cette détermination ne pouvant être très précise pour les raisons données, j'ai employé une méthode permettant de réaliser une compensation thermique, c'est-à-dire une méthode *de zéro*.

J'ai constaté d'abord que, contrairement à ce qui se présente pour le sucre cristallisé, la chaleur de dissolution du sucre surfondu pur est positive. On peut donc, en dissolvant simultanément les deux variétés, mélangées en quantités convenables, avoir un effet thermique nul.

Soit α la masse de sucre cristallisé à mélanger à l'unité de masse de sucre surfondu pour obtenir un pareil résultat; soient Q_s et Q_l les chaleurs moléculaires de dissolution du sucre sous les deux états solide et liquide; on aura donc

$$\alpha . Q_s + Q_l = 0,$$

et, si l'on appelle X la chaleur moléculaire de solidification,

$$X = Q_l - Q_s = -(\alpha + 1) Q_s.$$

Toutes les chaleurs de dissolution doivent se rapporter à une même concentration finale. Celle que j'ai adoptée est de $\frac{1}{5}$ de molécule-gramme par litre. La température était de 15°,93 ± 0°,02 dans toutes les expériences.

La mesure de X se ramène donc à celle de α et de Q_s, quantités aisément accessibles à une détermination expérimentale.

Le sucre cristallisé a été obtenu en précipitant par deux volumes d'alcool à 97° un volume d'une solution saturée préparée à partir du sucre raffiné du commerce. Les cristaux très fins sont essorés et lavés à l'alcool concentré. A partir de ce sucre, par une fusion rapide effectuée d'après une technique spéciale, on obtient le sucre surfondu à peu près pur, ne contenant que 3 millièmes environ de sucres réducteurs.

1° *Mesure du coefficient* α. — Pour déceler l'effet thermique d'une dissolution simultanée des deux sucres, j'ai fait usage d'un microcalorimètre déjà décrit [1] remplissant d'ailleurs seulement le rôle de caloriscope. Avec cet appareil une élongation galvanométrique de 1^mm^ correspond à un dégagement de chaleur de 0,4 millicalorie-gramme.

Après quelques essais permettant d'encadrer entre des limites de plus en plus resserrées la valeur de α, j'ai trouvé :

$$\alpha = 3,474$$

avec une précision du millième.

2° *Mesure de la chaleur de dissolution* Q_s. — Le sucre cristallisé ayant servi à cette mesure est le même échantillon que celui précédemment utilisé : cette précaution était nécessaire. En effet, d'après un travail récent de Heldermann, la chaleur de

(1) A. Tian, *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 705.

dissolution du sucre pourrait varier d'un échantillon à l'autre, vraisemblablement par suite de l'existence de diverses modifications allotropiques de ce corps ([1]).

D'autre part le sucre utilisé dans mes expériences se présentant en petits cristaux (dimensions moyennes 70^{μ}) la grosseur de ceux-ci intervient pour influencer sensiblement la chaleur de dissolution.

Les mesures ont été faites avec le même calorimètre que précédemment, la compensation thermique étant réalisée cette fois par effet Joule. On s'arrangeait pour que la dissolution dure au moins 3 à 4 minutes pour que, dans le produit RI^2t, le dernier facteur soit connu à $\frac{1}{1000}$ près. Les approximations relatives aux mesures de R et de I étaient respectivement de $\frac{1}{5000}$ et de $\frac{1}{1000}$; au total l'effet Joule était déterminé avec une précision $\frac{2,5}{1000}$.

La quantité de sucre dissoute étant d'une millimolécule-gramme (dans 5^{cm^3}), l'effet calorifique à mesurer s'élevait à 1 calorie environ.

Dans le tableau suivant les quantités de chaleur sont évaluées en calories-grammes (4,185 joules), Q désigne la chaleur compensée, $q + q'$ la somme des corrections se décomposant en deux termes : q qui représente la somme algébrique des aires limitées par la courbe enregistrée, et q' la correction d'échauffement du système :

Q.	q.	q'.	$q+q'$.	Q_s.
— 1032,5..........	+ 6,2	+ 1,5	+ 7,7	— 1024,8
— 1042,3..........	+ 7,8	+ 10,5	+ 18,3	— 1024,0
— 1029,0..........	— 0,2	+ 1,0	+ 0,8	— 1028,2

En donnant un peu plus de poids à la dernière expérience pour laquelle les corrections sont presque nulles, on peut accepter :

$$Q_s = -1027$$

comme chaleur de dissolution d'une molécule-gramme de sucre dissoute dans 5^l d'eau à 17°.

La chaleur de solidification du sucre liquide à cette température, solidification donnant un sucre solide défini complètement au point de vue thermique par le nombre ci-dessus, est donc, par molécule-gramme,

$$X = +4595.$$

Des nombres précédents on déduit aussi $Q_1 = +3548$. Je puis signaler incidemment que la chaleur de dissolution du sucre d'orge, mélange complexe de composition non définie, a été trouvée égale à + 2900 ([2]).

La dissolution du sucre surfondu étant un phénomène réversible, puis-

([1]) HELDERMANN, *Zeits. f. Phys. Chem.*, 130, 1927, p. 396. (D'après l'auteur, pour une dilution finale de 1^{mol} de sucre dans 40^{mol} d'eau, on pourrait avoir des nombres compris entre — 813^{cal} et — 1095^{cal}.)

([2]) E. WIEDEMANN et LUDEKING, *Ann. d. Phys. und Chem.*, 25, 1885, p. 145.

qu'il existe, comme je l'ai montré, une solution saturée de ce corps à une température donnée, on peut appliquer à ce phénomène, tout aussi bien qu'à la dissolution du sucre cristallisé, les lois ordinaires des changements d'état. La chaleur de dissolution étant positive pour la première variété et négative pour la seconde, la solubilité du sucre surfondu décroît avec la température, tandis qu'elle croît dans le cas du sucre ordinaire. Les deux courbes de solubilité doivent se rejoindre en un point qui est évidemment le point de fusion du sucre.

THERMOCHIMIE. — *Sur la détermination de la chaleur de dissolution limite de quelques sels hydratés (méthode directe).* Note [1] de M. **J. Perreu**, présentée par M. C. Matignon.

La chaleur de dissolution limite d'un sel hydraté, qui intervient dans la loi du déplacement de l'équilibre par variation de température, peut être déterminée par les méthodes suivantes : 1° *directement*, en dissolvant du sel dans des solutions de plus en plus concentrées, jusqu'au voisinage de la saturation; 2° à *l'aide des chaleurs de dilution*, ainsi que le montre la formule générale suivante, donnée par M. C. Matignon :

$$X_n = X_N - f(n) + nf'(n) \quad [2],$$

dans laquelle : X_n est la chaleur de dissolution moléculaire du sel dans une solution aqueuse renfermant n molécules d'eau libre pour une molécule de sel hydraté; X_N est la chaleur de dissolution moléculaire du sel, dans un grand excès d'eau (400^{mol}) (chaleur initiale); $f(n)$ est la chaleur de dilution, dans un grand excès d'eau, de la solution renfermant 1^{mol} de sel hydraté dans n molécules d'eau libre. Dans le cas particulier où la solution considérée est saturée, X_n est égal à la chaleur limite L, qui se rattache ainsi très simplement aux chaleurs de dilution.

J'ai utilisé ces deux méthodes pour mesurer la chaleur limite de quelques hydrates salins : $CO^3Na^2, 10H^2O$; $PO^4HNa^2, 12H^2O$; $Cl^2Ba, 2H^2O$; $SO^4Na^2, 10H^2O$; $SO^4Cu, 5H^2O$.

Je communique ici les résultats obtenus avec la méthode directe.

Méthode directe. — Elle consiste à dissoudre, au calorimètre, une masse

(1) Séance du 17 juillet 1929.

(2) *Bull. Soc. Philomat.*, 9e série, **11**, 1908, p. 176-184.

connue de sel dans des solutions de ce dernier, de concentrations croissantes, jusqu'à proximité de la saturation; on mesure l'effet thermique produit pour chaque concentration, ce qui permet de calculer la chaleur de dissolution moléculaire X_n. En extrapolant légèrement la courbe des chaleurs X_n, en fonction des concentrations, on obtient la chaleur limite.

Dans mes expériences, j'ai employé un calorimètre de Berthelot, dont le vase interne est en laiton doré, et un thermomètre au $\frac{1}{50}$ de degré, avec lequel on peut évaluer aisément, à la loupe, le $\frac{1}{500}$ et même le $\frac{1}{10^3}$ de degré. Le sel purifié et très finement pulvérisé est placé plusieurs jours à l'avance dans la salle d'expériences. Il est ensuite introduit dans un tube à essais que l'on ferme et que l'on plonge, quelques heures avant les mesures, dans l'eau de l'enceinte calorimétrique, dont la température, dans mes expériences, ne diffère pas de plus de $\frac{5}{100}$ de degré de celle du calorimètre. Le poids du sel versé est tel que sa dissolution ne dépasse pas une ou deux minutes. Les mesures sont effectuées à la température moyenne de 11-12°.

Le tableau suivant contient les résultats obtenus :

Concentrations initiales du dissolvant			Poids			
en sel		en eau	de dissolvant.	moyen de sel ajouté.	Δt moyen.	χ_n moyen.
p.	m.	n.				
		Sels employés : 1° CO^3Na^2, $10H^2O$.				
0,0	0	∞	500^g	20^g	−2°,35	−16°,14
10	6,2937	158,88	»	11	−1,4	−14,95
20	12,587	79,44	»	7,4	−0,76	−14,15
25	15,734	63,55	»	4,8	−0,49	−13,95
30	13,88	52,96	»	2,6	−0,26	−13,80
35	22,028	45,37	»	0,87	−0,11	−13,70
40	15,1748	39,72	»	0,44	−0,056	−13,62
45	28,321	35,307	»	0,5	−0,055	−13,58
49(s)	33,986	32,424	»	-	-	Extrap. −13,54
		2° PO^4HNa^2, $12H^2O$.				
0	0	∞	500	18	−2,30	−22,80
2	1,0055	994,4	»	8	−1	−22,32
4	2,011	497,2	»	2,5	−0,3	−22,04
6	3,016	331,466	»	3	−0,37	−21,94
8	4,022	248,6	»	1,5	−0,18	−21,89
10	5,027	198,88	»	0,9	−0,05	−21,86
11,5(s)	5,781	172,94	»	-	-	Extrap. −21,845

Concentrations initiales du dissolvant			Poids			
en sel		en eau	de dissolvant.	moyen de sel ajouté.	Δt moyen.	χ_n moyen.
p.	m.	n.				
			3° SO^4Na^2, $10H^2O$.			
0	0	∞	500	14	−1,66	−18,82
5	2,795	357,776	400	6,72	−0,936	−18,01
10	5,59	178,888	»	3,86	−0,535	−17,53
15	8,385	119,259	»	3,33	−0,459	−17,20
18	10,062	99,382	»	2,13	−0,295	−17,07
20	11,180	89,444	»	1,70	−0,236	−16,98
22	12,298	81,313	»	0,73	−0,103	−16,90
25(*s*)	13,975	71,555	»	–	–	Extrap. −16,83
			4° Cl^2Ba, $2H^2O$.			
0	0	∞	500g	15g,85	−0°,66	− 5c,20
10	7,365	135,77	400	6,76	−0,37	− 5
20	14,730	67,888	»	2,88	−0,155	− 4,88
25	18,412	54,31	»	1,84	−0,112	− 4,83
30	22,095	45,26	»	1,192	−0,075	− 4,79
35	25,777	38,79	»	1,117	−0,07	− 4,76
40	29,46	33,94	»	0,63	−0,04	− 4,74
41,5(*s*)	30,564	32,717	»	–	–	Extrap. − 4,73
			5° SO^4Cu, $5H^2O$.			
0	0	∞	400	5,24	−0,141	− 2,75
10	7,214	138,611	»	4	−0,104	− 2,58
20	14,428	69,305	»	3	−0,08	− 2,49
25	18,035	55,444	»	2	−0,051	− 2,47
28	20,200	49,504	»	1	−0,026	− 2,46
30	21,642	46,203	»	0,7	−0,018	− 2,45
32(*s*)	23,085	43,316	»	–	–	Extrap. − 2,44

Dans ce tableau *p* représente le nombre de grammes de sel hydraté contenus dans 100g d'eau libre de la solution initiale; *m* le nombre de molécules du même sel contenues dans 1000mol d'eau et *n* le nombre de molécules d'eau libre correspondant à 1mol de sel hydraté.

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur la polarisation des membranes sous l'effet des lames métalliques.* Note [1] de M. **J. Loiseleur**, présentée par M. Perrin.

Une membrane animale (vessie), cloisonnant une solution conductrice (la composition de la solution étant identique de part et d'autre de la membrane), devient polarisée si une lame métalique isolée est plongée dans l'un des compartiments.

En approchant graduellement la lame du septum, la polarisation croît régulièrement jusqu'à un maximum qui est atteint quand la lame métallique est amenée au contact du septum.

L'effet est notablement augmenté si la lame métallique est fraîchement polie.

La polarisation de la membrane atteint immédiatement sa valeur maxima et décroît ensuite, plus ou moins rapidement (quelques secondes à quelques minutes) selon la nature de la lame métallique et l'électrolyte en solution.

Il suffit de polir à nouveau la lame métallique pour retrouver la valeur initiale.

L'effet est lié à la présence de la lame métallique : en la retirant, la polarisation de la membrane disparaît instantanément.

L'effet peut être mesuré en disposant deux électrodes symétriques (Ag, AgCl, KCl_s) à chaque extrémité de la chaîne liquide; la face polie d'une lame métallique isolée (l'autre face étant de préférence recouverte de collodion) est portée, avec précaution, au contact de l'une des parois de la membrane (largeur de la lame métallique $= 1^{cm}$, diamètre du septum $= 1^{cm}$).

I. L'effet dépend de la nature de la lame métallique et de l'électrolyte en solution [2].

Expériences avec lame d'Al dans divers électrolytes à $C = \frac{M}{10}$:

Électrolytes	LiCl.	NaCl.	KCl.	KBr.	KI.	SO^4K^2.
D. d. p. observée (en mv.)	16,5	15	16,5	16	18,5	14,7

II. L'effet décroît quand la concentration de l'électrolyte augmente :

(1) Séance du 17 juillet 1929.

(2) Il convient de mettre à part le cas spécial où la lame métallique présente une tension de dissolution appréciable dans l'électrolyse (Fe dans SO^4Cu, etc.).

Différences de potentiel observées avec Li Cl à diverses concentrations :

Nature de la lame.	Al.	Fe.	Zn.	Pb.	Sn.	Ni.
LiCl à $C = \frac{M}{100}$	45mv	20	20	14,5	7	4
» $C = \frac{M}{10}$	16,5	9	11,5	8,5	2	1
» $C = M$	2	3	2,5	2,5	0,1	0,2

III. Cette polarisation de la membrane entraîne un effet opposé de diffusion : *la répartition ionique, qui, initialement était identique de part et d'autre du septum, n'est plus symétrique.* Il en résulte que, si la lame métallique n'est retirée qu'après quelques secondes, le système ne retombe plus à sa neutralité électrique initiale, et présente de part et d'autre de la membrane une différence de potentiel de l'ordre de grandeur du millivolt.

En résumé, une lame métallique peut polariser une membrane et entraîner, par réaction, une modification, dans la répartition ionique de part et d'autre du septum. Cet effet pourrait être à l'origine de certains phénomènes biologiques liés à la présence de lames métalliques (actions oligodynamiques des métaux, etc.), la lame métallique polarisant la membrane cellulaire et entraînant ainsi une nouvelle répartition ionique, suffisant à modifier la physionomie cellulaire.

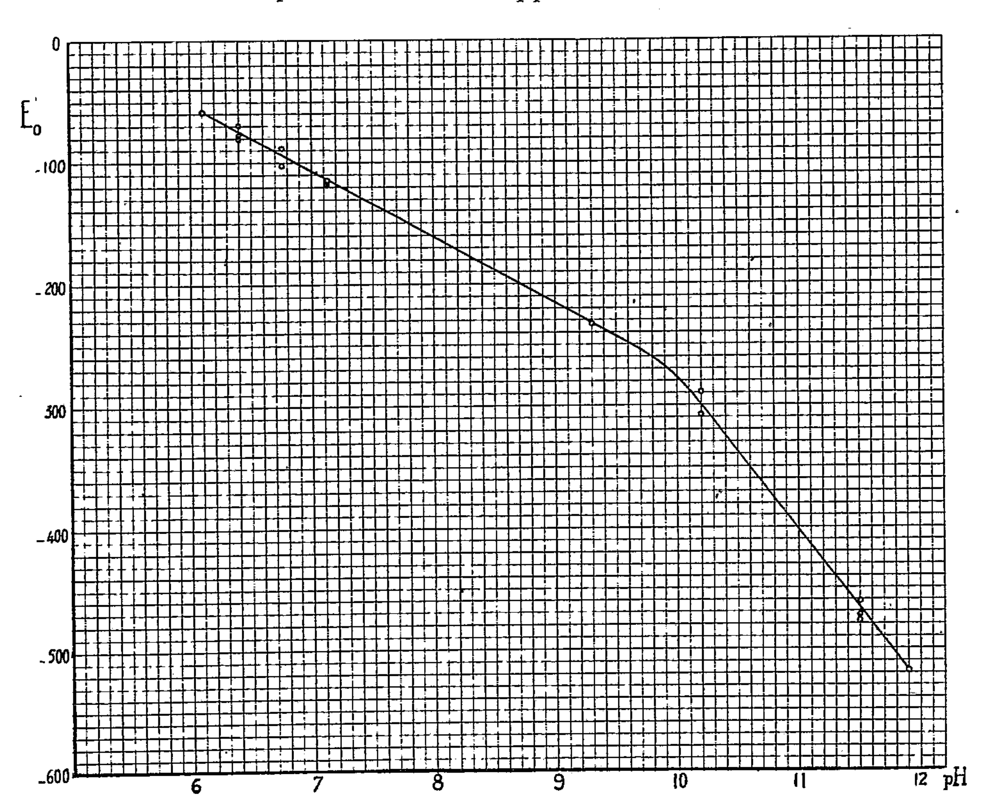
ÉLECTROCHIMIE. — *Potentiel d'une électrode inerte dans une solution d'aldéhyde acétique.* Note (1) de M. **Louis Rapkine**, présentée par M. Jean Perrin.

Quand une électrode de platine est en contact avec une solution d'un corps qui s'oxyde irréversiblement, il peut s'établir entre le métal et la solution un potentiel défini. Ce potentiel est conditionné, comme l'a suggéré Dixon, par un régime cinétique entre la vitesse de formation du corps actif sur l'électrode et la vitesse de disparition de ce corps. Nous avons trouvé qu'il s'établit un potentiel de ce type dans le cas de l'aldéhyde acétique. Il était important d'étudier ce corps parce qu'il intervient dans le métabolisme des glucides et qu'il est un donateur d'hydrogène dans les cellules.

---

(1) Séance du 17 juillet 1929.

Des solutions tamponnées d'acétaldéhyde à 2 pour 100 sont introduites dans des vases où barbote de l'azote soigneusement purifié. Les vases sont fermés par un bouchon portant des électrodes de platine et un pont communiquant avec une solution saturée de KCl où plonge l'électrode de calomel saturé; le tout est maintenu dans un thermostat à 40° C. La force électromotrice est mesurée par la méthode d'opposition.



La courbe représente le potentiel limite en fonction du pH à 40° C., à l'abri de l'air, pour une concentration d'aldéhyde de 2 pour 100 dans un tampon de phosphate, les électrodes étant en platine poli ([1]).

La courbe est linéaire jusqu'aux environs de pH = 10, puis il y a une inflexion vers la région électronégative. Vers pH = 12, la courbe coupe le niveau du potentiel limite du glucose ([2]). Ce dernier fait et l'inflexion très

([1]) M. Clark a déjà signalé qu'une électrode de platine au contact d'un mélange (aldéhyde + lait) prend un potentiel négatif.

([2]) R. Wurmser et J. Geloso, *Sur le potentiel des solutions de glucides* (*J. Chimie physique*, 25, 1928, p. 641).

marquée à partir du pH = 10 semblent indiquer que, en milieu très alcalin, il se fait une condensation de plus en plus importante des molécules d'aldéhyde en sucres.

La vitesse de l'établissement du potentiel de l'aldéhyde est d'autant plus rapide et la valeur du potentiel d'autant plus négative que le milieu est plus alcalin.

Les faits suivants montrent la nature irréversible de ce potentiel :

1° Si l'on ajoute de la déhydrase du lait (¹) à l'acétaldéhyde, non seulement la vitesse de l'établissement du potentiel est extrêmement augmentée mais la valeur limite est plus négative.

2° Dans un système de Schardinger [déhydrase + aldéhyde + accepteur (bleu de méthylène)], plus il y a d'accepteur plus le potentiel limite est négatif. Ceci est d'ailleurs vrai aussi dans le cas où il n'y a que de l'aldéhyde et du colorant en solution tampon.

3° Si le potentiel de l'aldéhyde était réversible, les colorants d'oxydo-réduction dont le potentiel est plus positif que celui de l'aldéhyde devraient être décolorés et ceux dont le potentiel est plus négatif devraient rester colorés. Or, à pH = 6,4, on peut décolorer réversiblement le bleu de Nil, le violet de crésyl, le trisulfonate d'indigo et même la phénosafranine dont les potentiels sont tous plus négatifs que celui de l'aldéhyde.

4° Enfin l'évolution du potentiel pendant la titration de l'aldéhyde évolué avec un oxydant tel que le ferricyanure de K ne donne pas de courbe en S, comme avec un système réversible, mais une courbe qui s'élève irrégulièrement et très lentement vers les potentiels positifs.

PHOTOCHIMIE. — *Action oxydante de la lumière solaire sur une solution huileuse de zymostérol.* Note [2] de M. **Émile Rousseau.**

Nous avons déjà exposé dans une Note précédente [3] comment se traduit l'action photochimique de la lumière solaire totale sur une solution huileuse d'ergostérol ou de cholestérol. Reprenant nos recherches avec le zymostérol extrait de la levure, qu'ont d'ailleurs étudié R. Fabre et H. Simonnet [4], puis réalisant les conditions expérimentales qui ont été

(1) Préparée par la méthode de Dixon et Kodama (*Bioch. Journ.*, 20, 1926, p. 1104).

(2) Séance du 17 juillet 1929.

(3) E. Rousseau, *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 37.

(4) R. Fabre et H. Simonnet, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1312.

déjà décrites, nous avons obtenu les chiffres dosimétriques suivants qui représentent, en oxygène actif, la quantité d'iode libéré d'un iodure mis au contact de ce zymostérol (solution à 0,50 pour 100; prise d'essai, 5^{cm^3}) irradié par la lumière solaire. Mais, au cours de ces essais, un vent d'Ouest est intervenu par moment, ce qui explique les différences thermiques qui ont été relevées d'une période horaire à une autre. Enfin le zymostérol [1] que nous avons employé présentait un point de fusion de + 92°,1.

Temps d'irradiation.	Huile d'olives.	Zymostérol.	Température de l'air.	Température des liquides.
Témoin	0,032	»	»	+15°
Témoin	»	0,052	»	+15
30 minutes	»	0,080	+25°	+23,4
1 heure	»	0,104	+24,2	+26,3
1 heure 30	»	0,112	+21,2	+22,1
2 heures	»	0,120	+24,6	+24

A titre indicatif, nous avons irradié en même temps pendant 2 heures, dans un tube de quartz fermé, avec la lumière totale solaire, une solution de Ki à 20 pour 100, fraîchement préparée. Le dosage de l'iode libéré, exprimé en oxygène actif, a été de 0,024 pour 5^{cm^3}.

De nos résultats, comparés avec ceux que nous avons groupés dans une Note antérieure, il ressort que l'oxydation du zymostérol, sous l'influence des radiations solaires, est lentement progressive, malgré les écarts de température enregistrés, qu'en outre ce pouvoir est très nettement inférieur à ceux de l'ergostérol d'abord, ensuite du cholestérol commercial que nous avons employé. Il est vraisemblable de penser que si le pouvoir oxydant de celui-ci a été supérieur à celui du zymostérol, au cours de nos essais, c'est que le cholestérol renfermait de petites quantités d'ergostérol. Notre cholestérol (point de fusion +146°,3) n'avait pas été l'objet de cristallisations préalables, répétées, dans l'alcool, en vue de le débarrasser de ses traces d'ergostérol.

---

(1) Remis par les usines chimiques du Pecq.

CHIMIE PHYSIQUE. — *De l'influence de l'ammoniaque sur l'adsorption des sels de cuivre ou de nickel.* Note (¹) de M. **M. Geloso** et Mlle **L. S. Lévy**, présentée par M. G. Urbain.

Parmi les facteurs qui jouent un rôle prépondérant dans l'entraînement des sels solubles par les précipités d'hydrate ferrique, on a cité la quantité de réactif précipitant.

Nous nous proposons d'étudier ici l'influence de l'ammoniaque sur l'adsorption des sels de cuivre et de nickel par l'hydroxyde de fer (²).

Afin d'éviter l'hydrolyse des sels solubles, aux concentrations élevées, on a opéré comme suit :

A la phase liquide, parfaitement limpide, contenant, en présence de sulfate d'ammoniaque, du sulfate de cuivre ou de nickel en solution ammoniacale plus ou moins concentrée, on ajoute un volume connu de solution titrée d'alun de fer. On laisse reposer 3 heures à température ordinaire (22° C.). Le précipité d'oxyde ferrique est alors soumis à l'analyse.

A. *Adsorption du* cuivre *ou du* nickel. — Nous avons effectué plusieurs séries d'expériences à concentration constante en ammoniaque pour chacune des séries, variable d'une série à l'autre comme les nombres 1; 1,5; 2 et 3 dans le cas de l'adsorption du *cuivre*, comme les nombres 1; 2; 5 dans le cas de l'adsorption du *nickel*.

Le phénomène peut être représenté, chaque fois, graphiquement et en coordonnées logarithmiques par deux segments de droites qui se coupent (*fig.* 1). Ce brusque changement dans la pente des courbes représentatives est l'indice d'une transformation au sein de la phase liquide. On remarque dans tous les cas que ce changement — dont le point figuratif se trouverait être le sommet de l'angle des droites concourantes — correspond toujours à des concentrations initiales de 6mol d'ammoniaque disponible environ par ion Cu^{++} ou Ni^{++}.

B. *Variation de la concentration en ammoniaque.* — Les mesures ont porté sur trois concentrations différentes en sels solubles de cuivre ou de nickel. Aux faibles concentrations en ammoniaque, une légère addition initiale de ce réactif provoque une diminution considérable de l'adsorption du *cuivre* (*fig.* 2).

Pour les concentrations élevées, au contraire, son influence devient négligeable (³).

Dans le cas du nickel, le phénomène est moins accentué, mais conserve la même allure. Le domaine de concentrations dans lequel une nouvelle addition initiale d'am-

---

(¹) Séance du 17 juillet 1929.

(²) Voir Taporescu, *Thèse*, Paris, 1922.

(³) En raison de l'hydrolyse facile des sels de cuivre et surtout de nickel, nous n'avons pu poursuivre les recherches en liqueurs neutres ou très faiblement alcalines.

moniaque ne manifeste plus qu'une activité atténuée dépend de la concentration en ions Cu^{++} ou Ni^{++}. Aux frontières de ces domaines, les concentrations respectives du cation et du réactif semblent absolument quelconques et ne nous fournissent actuellement aucune interprétation du phénomène.

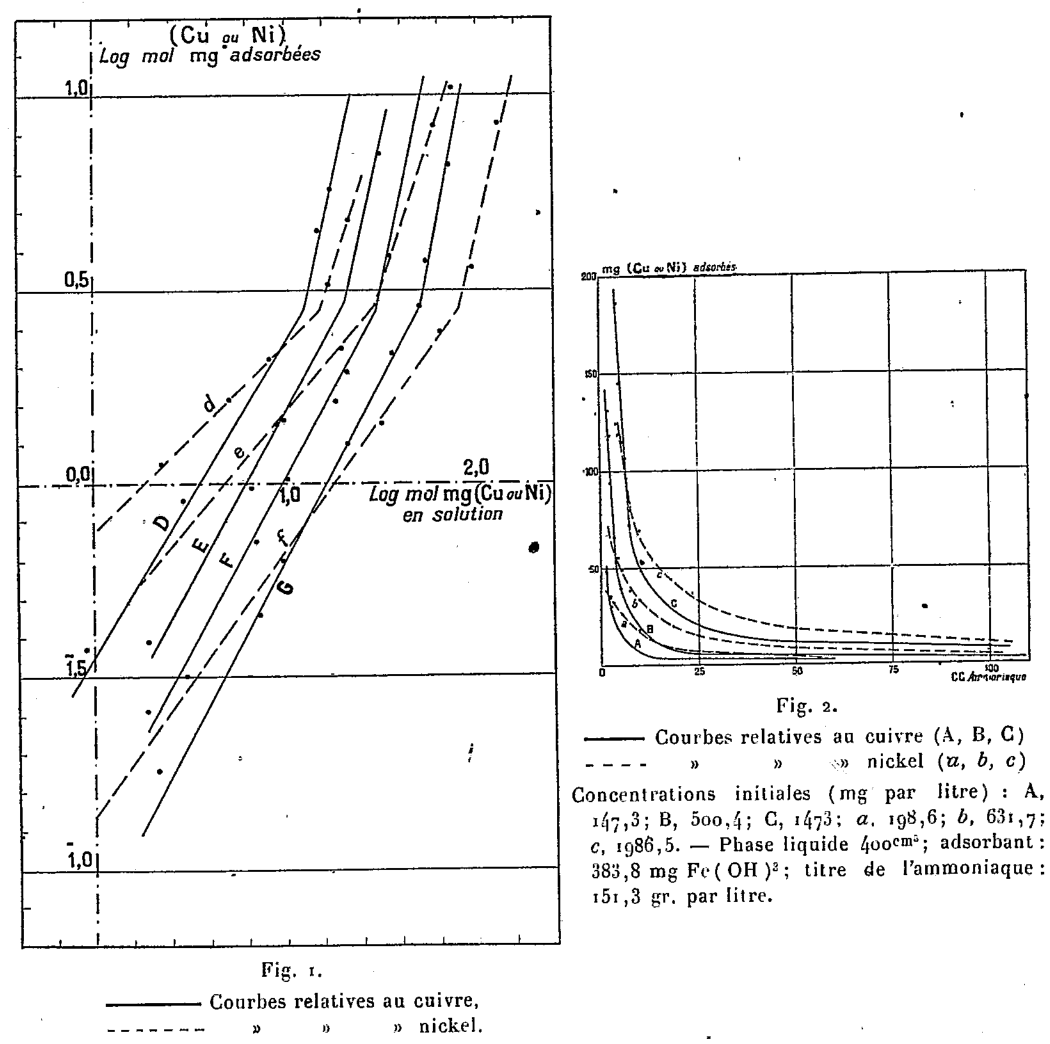


Fig. 1.

——— Courbes relatives au cuivre,
- - - - - - » » » nickel.

Concentrations initiales en ammoniaque (mol-mg par litre) : D, 111,2; E, 166,8; F, 222,5; G, 333,7; *d*, 111,2; *e*, 222,5; *f*, 556,2. — Adsorbant : 8,98 mol-mg Fe(OH³).

Fig. 2.

——— Courbes relatives au cuivre (A, B, C)
- - - - » » » nickel (*a*, *b*, *c*)

Concentrations initiales (mg par litre) : A, 147,3; B, 500,4; C, 1473; *a*, 198,6; *b*, 631,7; *c*, 1986,5. — Phase liquide 400cm³; adsorbant : 383,8 mg Fe(OH)²; titre de l'ammoniaque : 151,3 gr. par litre.

C. *Étude de la phase solide.* — On a tenté de déterminer la constitution chimique des substances adsorbées dans le but de fixer la forme qu'elles affectent au sein de la phase liquide au moment de leur adsorption.

A cet effet, la présence de soufre et d'ammoniaque a été recherchée dans le préci-

pité soigneusement lavé. Dans tous les cas étudiés, les résultats de ces essais ont été négatifs.

En résumé, la concentration en ammoniaque a une influence considérable sur l'adsorption des sels solubles de cuivre et de nickel.

L'ammoniaque ne semble pas être adsorbée; et son rôle ne se borne certainement pas à une simple action de déplacement. Toutefois, les expériences à ce sujet ne sont pas définitives. On peut en effet concevoir que cette substance, une fois fixée, puisse être entraînée par les lavages nécessairement abondants.

Deux hypothèses restent à envisager : l'ammoniaque agirait soit en permettant la formation de complexes ammoniés dont, après hydrolyse, une partie se fixerait sur la phase solide; soit encore en augmentant simplement le pH du milieu.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'oxydation de l'oxyde de carbone.* Note de MM. **M. Prettre** et **P. Laffitte**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Dans une précédente Note (¹) nous avons signalé que lorsqu'on introduit un mélange bien désséché d'oxyde de carbone et d'air dans un récipient où l'on a au préalable fait le vide et qui est porté à une température supérieure à la température d'inflammation du mélange, celui-ci ne s'enflamme qu'au bout de quelques secondes pendant lesquelles on observe une luminosité de couleur rouge violacé intense. Dans le cas où la température du récipient est inférieure à la température d'inflammation du mélange, cette luminosité se produit encore et jusqu'à des températures de 50 à 60° inférieures à la température d'inflammation. Dans ce cas la luminosité dure plus d'une minute; elle croît assez vite pendant quelques secondes, puis décroît lentement jusqu'à n'être plus visible.

Si l'on essaie d'extraire les gaz en faisant le vide, le mélange s'enflamme avec une flamme bleue lorsque la pression a atteint une certaine valeur, ce qui concorde avec le fait expérimental suivant, à savoir que dans le cas des mélanges d'oxyde de carbone et d'air, la température d'inflammation est d'autant plus basse que la pression est moins élevée. Au moment de l'introduction des gaz dans le récipient le mélange ne s'enflamme pas, car le remplis-

(¹) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1403.

sage est trop rapide ; nous avons vu en effet que lorsqu'il y a inflammation, celle-ci se produit toujours avec un retard de 2 à 3 secondes environ.

Afin d'étudier quantitativement le phénomène qui a lieu pendant cette période lumineuse, en dessous de la température d'inflammation, nous avons réalisé un appareil à courant continu. On faisait circuler dans celui-ci un courant bien régulier de gaz (mélange desséché d'air et d'oxyde de carbone) à des vitesses constantes pouvant varier entre 100 et 1000$^{cm^3}$ par heure. Le mélange passait dans un récipient en quartz de 100$^{cm^3}$ de capacité chauffé à une température donnée dans un four à résistance électrique. A la sortie du four les gaz se refroidissaient en passant dans un tube capillaire plongé dans un réfrigérant. Les gaz étaient ensuite recueillis et analysés. Dans cet appareil le phénomène lumineux est encore très net ; il est d'autant plus intense que la vitesse du courant gazeux est plus grande et que la température est plus élevée.

L'analyse qualitative des gaz sortant de l'appareil ne nous a pas révélé d'autre produit que l'anhydride carbonique. Les tableaux suivants donnent quelques résultats quantitatifs pour un certain nombre de mélanges. Dans la première colonne sont portées les températures en degrés centigrades. Les autres colonnes donnent la proportion d'anhydride carbonique formé. Les tableaux I et II sont relatifs à des mélanges où l'oxygène est en excès ; tout l'oxyde de carbone pourrait donc être oxydé. Les chiffres de ces tableaux donnent le pourcentage d'anhydride carbonique formé par rapport à la quantité théorique que l'on pourrait avoir si l'oxydation était totale. Le tableau III est relatif à un mélange contenant un excès d'oxyde de carbone qui par conséquent ne peut pas être entièrement oxydé. Les chiffres de ce dernier tableau donnent le pourcentage d'anhydride carbonique formé par rapport à la quantité maxima d'anhydride carbonique qui pourrait prendre naissance si tout l'oxygène entrait en réaction.

I. — *Mélange à* 19,9 *pour* 100 *de* CO.

	Pourcentage de CO^2 formé. — Vitesse du courant gazeux (en $cm^3 : h$).		
Température.	250.	500.	1000.
°C.			
600	15,1	8,5	7,1
620	26,6	20,7	15,8
640	60,6	56,1	37,0
650	70,1	69,3	"
660	85,0	81,9	56,0

II. — *Mélange à* 25,75 *pour* 100 *de* CO.

Température.	Pourcentage de CO^2 formé. — Vitesse du courant gazeux (en cm^3 : h). 250.	500.	1000.
° C.			
600.........	15,9	14,5	11,5
620.........	35,6	26,4	20,8
640.........	58,2	45,6	40,2
650.........	72,7	58,8	″
660.........	84,5	″	69,2

III. — *Mélange à* 43,55 *pour* 100 *de* CO.

Température.	Pourcentage de CO^2 formé. — Vitesse du courant gazeux (en cm^3 : h). 250.	500.	1000.
° C.			
600.........	14,8	10,0	4,8
620.........	32,2	24,4	14,2
640.........	45,6	36,4	32,8
650.........	69,8	60,2	″
660.........	80,1	76,3	55,1

Des résultats de ces expériences on peut conclure que *la lueur rouge violacé observée en dessous de la température d'inflammation des mélanges d'oxyde de carbone et d'air correspond à une oxydation assez lente, mais néanmoins fort importante de l'oxyde de carbone.* Au moment où la lueur cesse, l'oxydation n'est pas totale, comme on peut le voir par l'expérience directe, puisque le mélange est encore capable de s'enflammer lorsqu'on réduit suffisamment sa pression (8 à 9^{cm} de mercure). Si l'on attend davantage (5 à 10 minutes après la cessation de la lueur) on n'obtient plus de flamme en abaissant la pression du mélange, mais la lueur réapparaît dans le cas où l'on n'est pas trop éloigné de la température d'inflammation (10 à 20° environ). Quand il y a combustion, c'est-à-dire lorsqu'on est au-dessus de la température d'inflammation, il semble que l'oxydation qui précède la flamme soit nécessaire pour que la combustion vive ait lieu, la flamme ne faisant qu'achever la combustion, mais cela avec une vitesse bien plus grande.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'oxydabilité du silicium et sa solubilité dans l'acide fluorhydrique.* Note de M. **Ch. Bedel**, présentée par M. A. Béhal.

M. Sanfourche [1] tend à attribuer la solubilité du silicium dans l'acide fluorhydrique à une oxydation préalable de ce métalloïde par l'air. L'acide fluorhydrique n'aurait pour effet que de décaper le silicium, ce qui permettrait son oxydation. Cette réaction aurait lieu dès la température de 150° avec, parfois, production d'incandescence et apparition d'une couche de silice. Une nouvelle addition d'acide fluorhydrique solubiliserait la silice ou les dérivés moins oxydés du silicium formés, ce qui ferait croire à la solubilité du silicium.

Cette hypothèse est en contradiction avec les expériences de Manchot [2] qui a étudié l'action de l'acide fluorhydrique sur le silicium dans une atmosphère de gaz carbonique. Ce n'est pas accidentellement, mais bien de façon constante que ce savant a constaté un dégagement d'hydrogène; ce gaz, recueilli au cours de l'attaque, lui a même servi dans la plupart des cas à évaluer la quantité de métalloïde dissous.

Nous avons reproduit les expériences de M. Sanfourche aussi fidèlement qu'il nous a été possible de le faire d'après les indications qu'il a données.

Le silicium à l'aluminium utilisé dans nos essais titrait 95,95 pour 100. Il était porphyrisé au mortier d'agate jusqu'à obtention de grains de $0^{mm},03$ environ de grosseur. Dans une première série d'expériences, il a été chauffé en présence de 5 à 6^g d'acide fluorhydrique pur à 40 pour 100, dans un bain de glycérine porté progressivement à 150°, puis, après évaporation de l'acide, maintenu à cette température jusqu'à poids constant.

Au cours des expériences ainsi conduites, il ne nous a pas été donné d'observer la production du phénomène d'incandescence, ni de constater la formation de silice. Nous n'y sommes pas parvenu, même en projetant quelques gouttes d'acide sur du silicium porté préalablement à 150°.

Les résultats numériques ci-dessous donnent le pourcentage de produit dissous après une série d'attaques :

	Solubilité pour 100.					
Prise d'essai.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
0,5136............	2,57	2,80	2,84	2,97	2,99	3,19

(1) A. Sanfourche, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1672.

(2) Manchot, *Z. anorg. Chem.*, 120, 1921, p. 277.

Nous avons effectué une deuxième série d'essais en opérant au bain-marie. L'évaporation de l'acide imprégnant le silicium demandait de 7 à 11 minutes.

La solubilité dans cette série d'expériences a été la suivante :

	Solubilité pour 100.					
Prise d'essai.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
0,5113......	2,61	2,75	2,91	3,05	3,22	3,44

Après chaque dessiccation à 100° le silicium était maintenu pendant 10 minutes à 150°. Il n'accusait, entre ces deux traitements, aucune différence de poids. On peut donc conclure qu'aucune oxydation ne s'était produite; ceci est d'ailleurs en accord avec les constatations de F. Roll (1), qui n'a pu réaliser dans l'oxygène l'oxydation du silicium même très divisé au-dessous de 400°.

Avec du silicium amorphe nous n'avons pas davantage enregistré de différence de poids en chauffant successivement le résidu obtenu, après évaporation de l'acide fluorhydrique, d'abord à 100°, puis à 150°.

Pour un silicium amorphe à 94,82 pour 100, la solubilité au bain-marie a été toutefois plus élevée que pour le silicium à l'aluminium.

	Solubilité pour 100.						
Prise d'essai.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
0,4994..........	4,34	6,17	8,53	11,19	14,15	17,64	20,26

Nous ferons remarquer, en outre, que nous avions eu l'occasion de constater antérieurement, en dehors des phénomènes d'oxydation ou de production de forces électromotrices (2), l'influence catalytique de certaines impuretés. Ainsi le cuivre a la propriété de beaucoup augmenter la solubilité du silicium. Nous nous proposons d'ailleurs de publier prochainement, sur ce sujet, les résultats de nos recherches. Cependant la dissolution se fait toujours lentement; sa vitesse n'est pas comparable à celle qu'on observe avec le silicium à l'argent décrit par Moissan et Siemens. La forte teneur en silicium du produit que ceux-ci ont obtenu : 98,97 et 100,23 pour 100, permet d'écarter la présence d'oxydes et cependant ce produit se dissolvait très aisément dans la proportion de 98 à 99 pour 100. Nous avons observé aussi que, dès la température ordinaire, du silicium pur à l'argent est susceptible de se dissoudre presque intégralement dans l'acide fluorhydrique.

(1) F. Roll, *Z. anorg. Chem.*, 158, 1926, p. 343.
(2) Ch. Bedel, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1294.

En résumé, il ne nous a pas été possible de reproduire le phénomène d'oxydabilité du silicium signalé par M. Sanfourche, dès la température de 150°.

L'oxydation directe du silicium n'intervient donc pas dans les phénomènes de solubilité signalés par divers auteurs et par nous-même.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'existence de l'aluminate monocalcique en solution.* Note (¹) de MM. **A. Travers** et **Schnoutka**, présentée par M. C. Matignon.

Quand on traite une solution d'un sel d'aluminium quelconque par de l'eau de chaux, on constate trois phases distinctes dans la réaction :

1° Il se forme d'abord un précipité d'alumine hydratée gélatineuse; la précipitation est quantitative quand on a versé $3CaO$ pour $1 Al^2O^3$, c'est-à-dire 2 molécules de nitrate par exemple.

2° Si l'on ajoute alors une quatrième molécule d'eau de chaux, le précipité disparaît intégralement.

Il en est de même quand on remplace l'eau de chaux par l'eau de baryte, tout comme dans le traitement par la potasse ou la soude.

Des solutions d'alumine dans la potasse ou la soude (²), on peut faire cristalliser des aluminates alcalins $Al^2O^3.K^2O.3H^2O$ par exemple.

Il est donc naturel de supposer qu'il existe en solution des molécules d'aluminate monoalcalins.

Par analogie, nous dirons que la solution d'une molécule d'alumine dans une molécule de chaux ou de baryte renferme les monoaluminates correspondants, dérivés de l'acide AlO^2H.

Il est impossible par contre de faire cristalliser l'aluminate *monocalcique* hydraté. Quand on évapore dans le vide la solution, même en présence d'un léger excès d'alcali, on observe une décomposition. Il en est de même par traitement à l'alcool.

3° Si l'on ajoute à la solution précédente un excès d'eau de chaux, on obtient des cristaux dont la forme varie avec le pH de la solution (³). En

(¹) Séance du 17 juillet 1929.

(²) Avec quelques pour 100 en excès d'alcali par rapport à la composition $Al^2O^3.H^2O$ pour empêcher l'hydrolyse au cours de la cristallisation.

(³) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1677.

milieu *très dilué*, la précipitation est lente, mais conduit à des cristaux très nets.

L'impossibilité de concentrer les solutions de monoaluminate, sans les décomposer, est une conséquence du faible produit de solubilité des aluminates polycalciques, beaucoup moins solubles que le monocalcique. Ces derniers se forment par action de la chaux libérée par hydrolyse sur l'aluminate monocalcique non décomposé.

Celui-ci est, en effet, relativement assez soluble ([1]), il donne facilement des solutions *sursaturées* (encore plus faciles à obtenir dans le cas de l'aluminate monobarytique). C'est lui qu'on obtient tout d'abord, quand on agite du ciment *fondu* avec de l'eau; mais comme celui-ci renferme aussi un peu de silicate dicalcique, qui libère de la chaux, la solution obtenue s'enrichit rapidement en chaux, et bientôt on voit apparaître des lamelles *hexagonales* d'aluminate polycalcique. Corrélativement la proportion d'alumine en solution décroît.

CHIMIE MINÉRALE. — *Influence de divers sels sur la dissolution de l'aluminium pur dans l'acide chlorhydrique.* Note ([2]) de M. **J. Calvet**, présentée par M. C. Matignon.

Nous avons continué nos études sur la dissolution de l'aluminium extrapur dans les solutions étendues d'acide chlorhydrique ([3]), en examinant l'effet produit sur la longue période de passivité par l'addition de petites quantités de sels de métaux étrangers. La liqueur d'attaque était une solution chlorhydrique 0,5 N. Les échantillons employés étaient attaqués par une seule face d'environ $2^{\mathrm{cm}^2},20$, les autres faces étant recouvertes de cire; ils étaient plongés dans une fiole conique munie d'une soupape de Bunsen et contenant 500^{cm^3} de la liqueur chlorhydrique.

On avait au préalable introduit dans chaque fiole une quantité connue du métal étranger sous forme de chlorure, sauf dans le cas de l'argent où l'on a employé l'azotate. Plusieurs échantillons placés dans la liqueur chlor-

---

([1]) Solubilité supérieure 1 gr/litre, comptée en sel anhydre.

([2]) Séance du 17 juillet 1929.

([3]) C. Matignon et J. Calvet, *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 909. — J. Calvet, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 369, et 188, 1929, p. 1111.

hydrique pure servaient de témoins. Dans une première série d'expériences on a étudié parallèlement l'attaque de 35 échantillons plongés dans des fioles placées côte à côte.

	Concentration en métal par litre.	Durée de l'expérience.	Perte de poids en mg par cm².
	mg		mg
Pt.	0,042...	3 jours	162,8
	0,210...	1 jour	335,6
Au.	0,0302..	13 jours	5,7
	0,152...	»	9,1
Hg.	0,0304..	»	2,4
	0,152...	»	2,6
	0,304...	»	9,2
Ag.	0,330...	»	6,3
	0,66....	»	5,1
Cu.	0,0156..	»	3,7
	0,0312..	»	3,8
	0,078...	»	4,5
	0,156...	»	6,9
Sn.	0,576...	»	3
	2,88....	»	4,2
Pb.	0,206...	»	3,8
	2,06....	»	3,2
Ni.	3,46....	»	12,8
	34,6.....	»	67,7

	Concentration en métal par litre.	Durée de l'expérience.	Perte de poids en mg par cm².
	mg		mg
Fe.	3,58...	13 jours	4,9
	17,90...	»	14,3
	35,8....	»	8,6
Zn.	9,36...	»	3,3
	93,8....	»	3,6
Mn.	0,538..	»	3,9
	5,38...	»	4,4
NaCl.	5,56...	»	4
	55,6....	»	3,3
NH^4Cl.	2,4....	»	4,4
	24......	»	4,8
UO^2Cl^2.	5,44...	»	5,5
	54,4....	»	4,5
Sol. HCl pure...		»	4,5
»	...	»	4,4
»	...	»	4,6

Dans le cas du chlorure de platine, l'attaque s'est amorcée immédiatement pour 0mg,21 de platine par litre, et au bout de 2 jours pour 0mg,042. Les échantillons ont été sortis respectivement au bout de 1 jour et 3 jours pour éviter leur dissolution complète. Le platine a une action extrêmement nette, beaucoup plus importante que celle de l'or en quantité équivalente. Le mercure n'agit qu'avec la plus forte concentration employée. Les très petites quantités de cuivre utilisées n'ont pas d'action sensible.

Tous les autres métaux essayés, dont certains en quantités importantes, n'ont pas d'action appréciable, sauf le nickel dont le rôle est très net.

Dans une autre série d'expériences, nous avons augmenté la quantité d'or et de cuivre et diminué fortement la quantité de platine. On a recommencé les expériences avec le nickel et avec le mercure. 18 échantillons ont été attaqués parallèlement. Certaines attaques étaient interrompues au même moment afin de pouvoir comparer l'influence des divers métaux.

	Concentration en métal par litre. (mg)	Durée de l'expérience.	Perte de poids en mg par cm². (mg)
Pt.	0,00416..	6 jours	39,0
	0,00416..	6 »	47,1
	0,00932..	2 »	5,4
	0,00932..	6 »	108,9
	0,0208...	2 »	30,1
Au.	0,304....	6 »	5,7
	0,608....	6 »	45,2
	0,912....	2 »	7,8
Hg.	0,0304...	14 »	4,8
	0,152....	14 »	5,8

	Concentration en métal par litre. (mg)	Durée de l'expérience.	Perte de poids en mg par cm². (mg)
Cu.	0,312...	14 jours	52
	0,468...	6 »	5,7
Ni.	17,3.....	10 »	87,2
	17,3.....	6 »	17
	17,3.....	10 »	188,3
Sol. HCl pure.		6 »	2,5
»		14 »	6,6
»		14 »	6,8

Au bout de 6 jours l'action de $0^{mg},004$ de platine est comparable à celle de $0^{mg},608$ d'or; $0^{mg},312$ de cuivre produisent à peu près le même effet seulement au bout de 14 jours. Dans le cas du nickel on a employé un sel pur du commerce, il est probable que l'action est due à une petite quantité de cuivre et peut-être de platine contenue comme impureté dans le sel.

Dans deux autres séries d'expériences on a encore beaucoup diminué la quantité de platine. On a mis des doses de l'ordre de 4.10^{-5} et 4.10^{-6} mg de platine par litre. On n'a plus trouvé aucune influence.

Dans l'acide chlorhydrique 2, 5 N on diminue à volonté la durée de la période d'induction par addition de petites quantités de sels de cuivre. L'addition de quelques milligrammes de cuivre, 5 à 10, dans 800^{cm^3} de liqueur d'attaque fait passer la période d'induction de 2 ou 3 jours à 2 ou 3 heures, mais la vitesse d'attaque n'augmente que de 20 pour 100 de sa valeur.

Dans l'acide chlorhydrique 2, 5 N le chlorure mercurique en quantité importante, 20^{mg} de $HgCl^2$ dans 800^{cm^3} de solution, change complètement l'allure du phénomène. Au début il n'y a aucun dégagement puis l'attaque s'amorce brusquement au bout de 1 heure et demie, la vitesse augmente alors très vite et atteint en 25 minutes une valeur 60 fois plus forte que dans la solution chlorhydrique pure. Ensuite l'attaque est trop rapide pour qu'on puisse la suivre avec l'appareil employé.

Tout à fait différente est l'action d'une petite quantité de $HgCl^2$, $1^{mg},1$ dans 800^{cm^3} de solution 2,5 N. On a une attaque discontinue et très irrégulière, importante pendant quelques minutes, puis nulle pendant plusieurs heures, ces périodes de dégagement et de repos se succédant d'ailleurs sans

aucune régularité, et l'on arrive à conserver l'échantillon pendant plus de 20 jours dans l'acide 2,5N où sans chlorure mercurique il se serait attaqué et dissous complètement au bout de 3 ou 4 jours.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la réduction des semicarbazones des acides α-cétoniques. Semicarbazides substituées en* 1 *par des restes acides.* Note [1] de M. J. **Bougault** et Mlle L. **Popovici**.

Nous nous sommes proposé l'étude de la réduction des semicarbazones des acides α-cétoniques. Cette réduction effectuée par l'amalgame de sodium se poursuit normalement; on obtient des semicarbazides à fonction acide, de formule générale

$$R.\underset{\displaystyle CO^2H}{\underset{|}{CH}}.NH.NH.CO.NH^2.$$

Ces semicarbazides sont réductrices vis-à-vis de l'iodomercurate de potassium alcalin, tandis que les semicarbazones des acides α-cétoniques sont sans action; on peut ainsi suivre la marche de la réduction à l'aide de ce réactif.

Nous avons préparé deux de ces acides semicarbazides; ils répondent aux formules

$$C^6H^5.\underset{\displaystyle CO^2H}{\underset{|}{CH}}.NH.NH.CONH^2 \quad \text{et} \quad C^6H^5.CH^2.\underset{\displaystyle CO^2H}{\underset{|}{CH}}.NH.NH.CO.NH^2$$

ils ont été obtenus par réduction des semicarbazones des acides phénylglyoxylique et phénylpyruvique.

Ce sont des corps bien cristallisés, insolubles dans l'eau froide et l'alcool froid, plus solubles à chaud; l'éther, l'acétone, le benzène les dissolvent à peine. Ils fondent plus bas que les semicarbazones dont ils proviennent : le premier à 208°; le deuxième à 164°.

Comme le montrent leurs formules ces composés sont acides; ils peuvent être titrés acidimétriquement en présence de phtaléine. Ils sont également alcalins, quoique à un faible degré. Cependant il y a lieu de tenir compte de leur solubilité dans les acides fort dilués et éviter un excès de ceux-ci lorsqu'on précipite ces semicarbazides de leurs solutions alcalines.

---

[1] Séance du 17 juillet 1929.

Nous avons dit plus haut que ces acides semicarbazides sont facilement oxydables par le réactif de Nessler qu'ils réduisent; cette réduction est quantitative et peut être mise à profit pour leur dosage.

I. L'un de nous ([1]) a montré que les semicarbazones des acides α-cétoniques peuvent se déshydrater pour donner des dioxytriazines, suivant

$$\begin{matrix} R.C.CO^2H \\ \| \\ N.NH.CO.NH^2 \end{matrix} - H^2O = R.C\begin{matrix} \diagup CO - NH \diagdown \\ \diagdown\!\!\diagdown N \;\; - NH \diagup \end{matrix}CO.$$

On pouvait se demander comment ces composés se comporteraient sous les mêmes influences réductrices. Nous avons reconnu que les dioxytriazines donnent les mêmes produits de réduction que les semicarbazones dont elles proviennent. Il est très probable qu'il y a d'abord hydrolyse partielle avec retour aux semicarbazones, puis réduction de celles-ci au fur et à mesure de leur formation.

II. L'oxydation facile des semicarbazides substituées en 1, manifestée par leur pouvoir réducteur vis-à-vis du réactif de Nessler, peut encore être mise en évidence par l'action de l'iode en milieu alcalin.

Quand on ajoute de l'iode à la solution de ces semicarbazides en présence d'un excès de carbonate de sodium, on obtient immédiatement un précipité cristallisé, que l'analyse montre identique à la semicarbazone de l'aldéhyde contenant un atome de carbone de moins que l'acide α-cétonique générateur. Avec l'acide phénylacétique semicarbazide on a ainsi la semicarbazone de l'aldéhyde benzoïque

$$\begin{matrix} C^6H^5.CH.NH.HNCO.NH^2 \\ | \\ CO^2H \end{matrix} + O = H^2O + CO^2 + C^6H^5.CH = N.NH.CO.NH^2$$

III. Cette réaction doit être rapprochée de la réaction suivante étudiée par l'un de nous ([2]). Quand on fait agir l'iode et le carbonate de sodium sur la semicarbazone d'un acide α-cétonique on obtient un produit, non acide, dérivant de la semicarbazone par perte de CO^2 et 2H : la semicarbazone de l'acide phénylglyoxylique donne ainsi un composé $C^8H^7ON^3$, qui doit être un oxytriazol, bien que cette constitution ne soit pas encore démontrée

$$\begin{matrix} C^6H^5.C = N.NH.CO.NH^2 \\ | \\ CO^2H \end{matrix} + O = H^2O + CO^2 + \begin{matrix} C^6H^5.C - NH \\ \| \quad\quad | \\ N \quad\; CO \\ \diagdown \;\diagup \\ NH \end{matrix}$$

([1]) J. Bougault, *Comptes rendus*, **159**, 1914, p. 83 et 631.

([2]) J. Bougault, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, **25**, 1919, p. 384.

Nous devons conclure du rapprochement de ces deux réactions, obtenues avec le même réactif, que, dans l'oxydation des acides semicarbazides substitués en 1, le départ de CO^2 doit précéder ou accompagner la perte des 2H. En effet, si la réaction débutait par l'enlèvement des 2H, il y aurait retour aux semicarbazones des acides α-cétoniques, et l'on retomberait ensuite sur leurs produits d'oxydation (oxytriazols ?).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques éthers-sels des cyclohexanediols-1.4 et 1.3 (quinite et résorcite).* Note [1] de MM. **L. Palfray** et **B. Rothstein**.

Dans une Note précédente [2] nous avons décrit les dérivés acétylés et benzoylés des quinites *cis* et *trans*.

Nous avons, depuis, préparé un certain nombre d'autres éthers-sels aussi bien du diol-1.3 que du diol-1.4 et comparé les composés obtenus.

I. *Éthers-sels du cyclohexanediol-1.4 (quinite).* — On a utilisé la même technique que précédemment, à savoir l'action du chlorure d'acide correspondant, en présence de pyridine, au sein du chloroforme comme solvant.

Propanoate :

$$C^6H^{10}\begin{cases} OCO - CH^2 - CH^3 & (1) \\ O - CO - CH^2CH^3 & (4). \end{cases}$$

A partir de la quinite *trans* on a obtenu le propanoate *trans* F = 75°,5-76° (Maquenne). A partir de la quinite industrielle on a obtenu en quantité prédominante ce même composé et en outre un propanoate *cis* F = 39°,5-40°.

Isovalérianate :

$$C^6H^{10}\begin{cases} OCO - C^4H^9 & \\ O - CO - C^4H^9 & (4). \end{cases}$$

Un premier essai d'action de l'isovalérianate d'argent sur la dibromoquinite *cis* n'a abouti qu'à la formation d'un peu de cyclohexène-3-ol. Au contraire le chlorure d'isovaléryle a agi sur la quinite de façon normale. Mais, aussi bien avec la quinite *trans* qu'avec la quinite industrielle, on n'a obtenu qu'un liquide où il est impossible de distinguer les deux isomères. Constantes du liquide :

$d_4^{22} = 0{,}9867$; $n_D^{22} = 1{,}4477$; R_D trouvé 77,00; calculé 77,21.

(1) Séance du 17 juillet 1929.

(2) *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1007.

Phénylpropénoate (*cinnamate*) :

$$C^6H^{10}\begin{cases} OCO - CH = CH - C^6H^5 \\ OCO - CH = CH - C^6H^5 \end{cases} (4).$$

A partir de la quinite *cis* on a obtenu deux isomères le *trans*, F = 189° (Maquenne), le *cis* F = 122° (Maquenne).

D'une façon générale dans ces éthers-sels, l'isomère à point de fusion plus élevé est notablement moins soluble que l'autre.

Malgré plusieurs essais, il a été impossible d'obtenir *l'éther phtalique*. L'anhydride phtalique n'agit pas à la température ordinaire, ni même à celle du bain-marie. A l'autoclave, à 200°, il y a déshydratation de la quinite.

II. *Éthers-sels du cyclohexanedrol*-1.3 (*résorcite*). — Presque tous sont liquides et ne manifestent aucune tendance à la cristallisation, même à —15°.

Éthanoate	E_{15} = 130°,5-131°,5	$d_4^{25,5}$ = 1,0790	$n_D^{25,5}$ = 1,4494
Propanoate	E_{15} = 154°	$d_4^{26,5}$ = 1,0355	$n_D^{26,5}$ = 1,4478
Isovalérianate	E_6 = 159°-160	d_4^{27} = 0,9806	n_D^{27} = 1,4458
Phényléthanoate	E_1 = 215°-217°	d_4^{24} = 1,1235	n_D^{24} = 1,5390
Oxalate mixte d'éthyle et résorcite	E_2 = 187°	d_4^{23} = 1,1988	n_D^{23} = 1,4604

Le *benzoate* est solide. On isole très facilement d'abord une partie de l'isomère *trans* F = 122°,5, mais ensuite il est très difficile de résoudre le reste et d'isoler l'isomère *cis* F = 65°,5.

Le *p-nitrobenzoate* est encore plus difficile à purifier complètement. On a pu néanmoins obtenir l'isomère *trans* F = 176°,5 et l'isomère *cis* F = 154°-154°,5.

A l'aide des benzoates on a pu, par saponification, mettre en liberté les isomères *cis* et *trans* de la *résorcite*.

III. *Quelques éthers-oxydes*. — Nous joignons ici quelques éthers-oxydes de la résorcite obtenus en faisant agir divers magnésiens sur la bis-chlorométhyline $C^6H^{10}\begin{cases} OCH^2Cl \\ OCH^2Cl \end{cases}$ (3). Ils sont tous liquides.

bis-(propane-oxy)-1.3-cyclohexane :

E_{15} = 113°; d_4^{22} = 0,9006; n_D^{22} = 1,4430; R_D trouvé 58,91; calculé 58,70.

bis-(métho-2'-propane-oxy)-1.3-cyclohexane :

E_{16} = 160°-162°; d_4^{23} = 0,9006; n_D^{23} = 1,4489; R_D trouvé 67,89; calculé 67,94.

bis-(phénylméthane-oxy)-1.3-cyclohexane :

E_1 = 205°-207°; d_4^{15} = 1,0739; n_D^{15} = 1,5440; R_D trouvé 87,11; calculé 88,44.

TECTONIQUE. — *Précisions nouvelles sur la structure de la partie méridionale du Vuache*. Note de M. **H. Vincienne**, présentée par M. L. Cayeux.

Le Vuache prolonge, au sud du Rhône, la première chaîne orientale du Jura. Il domine de 500^m un socle mollassique et glaciaire (alt. 500 à 600^m). Son profil, dissymétrique, abrupt vers l'Ouest, plus doux vers l'Est, est en rapport étroit avec sa structure. M. Schardt (¹), a montré en effet que le Vuache ne prolonge que la moitié orientale du Crédo et n'est que la retombée Est d'un anticlinal, faillé longitudinalement et dont le flanc ouest s'est effondré. Il a insisté sur le jeu *vertical* des deux flancs de part et d'autre du plan de faille : le flanc Est qui constitue le Vuache proprement dit (*Vuache oriental*) s'abaisse progressivement du Nord-Ouest au Sud-Est, et disparaît peu au sud du Fornant sous la mollasse aquitanienne; le flanc ouest (*Vuache occidental*), d'abord visible dans le prolongement du Sorgia (Crédo) et formant le rocher jurassique de Léaz et le petit relief néocomien d'Arcine, disparaît en profondeur d'Arcine à Chaumont, puis, se relevant peu à peu, crève la couverture tertiaire pour constituer au sud du Fornant le Mont de Musièges, lui-même demi-voûte anticlinale, abrupte vers l'Est et se terminant, en demi-coupole, le long des Usses. Le rejet de la faille du Vuache décroît vers le Sud-Est, devient nul au sud de Chaumont et change de sens à l'extrémité du chaînon. Le Fornant a profité de la zone où le rejet est presque nul pour se creuser une cluse très spéciale, due à un double abaissement d'axe et en sens inverse dans un anticlinal dédoublé.

En réalité, le mouvement vertical signalé par M. Schardt se complique d'un mouvement *tangentiel vers l'Ouest*, contemporain ou postérieur, qui a déterminé, au moins par endroits, le chevauchement du Vuache occidental par le Vuache oriental.

A. Le chevauchement est manifeste au sud de Chaumont, sur le *versant nord de la gorge du Fornant*. Du chemin de Musièges au Malpaz, qui suit le bord sud de la gorge, on voit, dans la partie ouest de la cluse, les couches éocrétacées de la retombée nord-ouest du Mont de Musièges (Vuache occidental) s'élever de la profondeur avec un pendage 40 à 50° W ou WNW, puis se redresser, devenir verticales et, certaines d'entre elles (l'Hauterivien), se renverser avec fort plongement Est. Ce changement s'accompagne

(¹) *Études géologiques sur l'extrémité méridionale de la première chaîne du Jura* (*Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat.*, 27, p. 69; Lausanne, 1891). Voir aussi le *Livret-Guide géologique dans le Jura et les Alpes de la Suisse* (Lausanne, 1894).

d'une légère torsion des strates. Retroussement et torsion s'observent, pour le Valanginien, vers le bas de la gorge; pour l'Hauterivien et l'Urgonien, dans les carrières à l'ouest du Malpaz, sur la route de Frangy. Du chemin de Musièges, on voit aussi les couches du Vuache oriental, ici uniquement urgoniennes, plonger, à l'entrée Est de la cluse, de 30° SE sous la mollasse aquitanienne; puis elles s'élèvent vers l'Ouest sur le versant de la gorge, affectées d'accidents secondaires (voûte anticlinale rompue, strates brisées intriquées, petites fractures) et viennent chevaucher successivement le Valanginien, l'Hauterivien et l'Urgonien du Vuache occidental, qu'elles retroussent et laminent.

Les phénomènes mécaniques, qui accompagnent habituellement les chevauchements, sont ici bien développés. Ils ne peuvent s'expliquer que par le déplacement d'une énorme masse sous une forte poussée de l'Est. On les observe avec la plus grande netteté dans les carrières à l'Ouest du Malpaz, où ils intéressent à la fois les couches chevauchées et les couches en recouvrement au voisinage de la surface de contact anormal : retroussement, renversement, torsion, écrasement, surfaces de glissement, brèches mécaniques, lambeaux de poussée.

B. Plus au Nord, *entre Chaumontet et Vovray*, les affleurements de mollasse gréseuse miocène, au pied de l'escarpement occidental du Vuache, attestent la continuité du chevauchement : le long du chemin qui réunit les deux hameaux, la mollasse se montre soit verticale, soit avec un fort pendage Est (80° environ), tandis qu'un peu plus à l'Ouest, à Collonges, elle est presque horizontale. M. Dareste de la Chavanne a observé de même le déversement de cette mollasse sous le Jurassique supérieur du Vuache [1]. La poussée de l'Est a donc retroussé la couverture superficielle mollassique du Vuache occidental, affaissé, sous le Vuache proprement dit.

C. Plus au Nord, *à Arcine*, où nos observations sont encore incomplètes, le chevauchement paraît se poursuivre. Sur le bord Est de la petite voûte éocrétacée, figurée sur la carte géologique et qui appartient au Vuache occidental, l'Urgonien du flanc Ouest, très disloqué, est probablement recouvert par le Séquanien du flanc Est : au contact existe une brèche mécanique qui semble s'enfoncer sous le Séquanien.

D. Au sud du Fornant, il n'y a plus de chevauchement apparent. *Le Mont de Musièges* (Vuache occidental) semble butter par contact vertical

(1) *Révision de la Feuille de Nantua au* 80000e (*Bull. Serv. Carte géol. Fr., C. R. des collab.*, n° 155, 28, 1923-1924, p. 79-80).

contre la terminaison urgonienne du Vuache oriental qui forme de rares pointements écrasés et, selon moi, redressés contre le Valanginien du Mont de Musièges. Entre les deux existe une brèche en feuillets verticaux. La poussée vers l'Ouest a écrasé le Vuache oriental contre le Mont de Musièges qui a servi de môle résistant et dont les couches portent la trace de cette poussée : la corniche valanginienne est amincie et relevée vers le haut ; l'Hauterivien, comprimé.

E. Le chevauchement du Vuache occidental par le Vuache oriental ne laisse donc aucun doute depuis le Fornant au Sud jusqu'à Arcine au moins vers le Nord. Sur le terrain, il se révèle par le déplacement vers l'Ouest de l'axe du Vuache proprement dit par rapport à l'axe du Mont de Musièges. La poussée a déterminé la forme arquée du chaînon, légèrement convexe vers l'Ouest. Il est possible d'ailleurs que le flanc Ouest de l'anticlinal ait cédé à la poussée comme le Vuache oriental, mais que son déplacement, moindre, ait permis le chevauchement partiel du flanc Ouest par le flanc Est. Au Sud, toutefois, le Mont de Musièges a arrêté la progression du Vuache oriental.

L'étude du Vuache met donc en lumière un caractère que nous retrouverons ailleurs dans le Jura méridional, à savoir l'indépendance structurale entre les flancs d'un même pli par rupture longitudinale et jeu relatif des deux flancs.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur des Échinides éocènes de Madagascar.* Note [1] de M. **J. Lambert**, présentée par M. H. Douvillé.

Je dois à M. Douvillé la communication de quelques petits Échinides recueillis par M. Bésairie dans la région de Tuléar, près du poste de Tongobory, l'un à Ankotro avec des Alvéolines nombreuses, les autres à 20 minutes ouest d'Itafika avec Alvéolines rares et Nummulites nombreuses. Ces Échinides sont les suivants :

Cidaris (*spec.*) représenté par un unique fragment de radiole fusiforme, sans collerette, avec tige garnie de granules aplatis, serrés, mal alignés. Il ne se distingue des radioles du *C. Beaugeyi* Seunes, du Danien de Gan, que par ses granules plus serrés, moins bien alignés. C'est une forme du Crétacé supérieur qui, à Madagascar, aurait persisté dans l'Éocène.

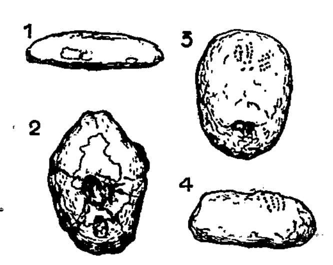
---

(1) Séance du 17 juillet 1929.

Echinocyamus Luciani de Loriol. — Même forme ovoïde, allongée que l'espèce égyptienne. En Égypte, Fourtau l'attribue à l'Éocène supérieur du Mokattam.

Echinocyamus Lorioli Gauthier (*Fibularia*). — Cette espèce de l'Éocène tunisien est représentée par un unique individu des couches à Alvéolines d'Ankotro. De petite taille, 6^{mm} de longueur, il est régulièrement elliptique, avec même convexité en avant qu'en arrière; face supérieure convexe, à apex subcentral, ambulacres superficiels, ouverts, formés de pores ronds, à peine perceptibles, l'impair paraissant un peu plus large; face inférieure presque plane, avec péristome circulaire, qui présente en avant les traces d'un sillon; périprocte ovale, entre le péristome et le bord. — *E. Voeltzkowi* Tornquist (*Fibularia*), sensiblement plus large, est acuminé en avant. *Fibulina gracilis* Tornquist, à pétales un peu plus longs, est pourvu de cinq sillons oraux.

Echinocyamus rostratus (*n. sp.*) : Figure 1, profil; figure 2, dessous, grossies trois fois. — Petite espèce allongée, déprimée, rostrée en avant, mesurant 6^{mm} de longueur sur 4^{mm},5 de largeur et 2^{mm} de hauteur; péristome un peu déprimé; périprocte entre le péristome et le bord; apex central; pas de cloisons internes. Se distingue de tous ses congénères par sa forme déprimée.



Paralampas Besairiei (*n. sp.*) : Figure 3, dessus; figure 4, profil, grossies un tiers. — Par son péristome pentagonal, à bords saillants et son périprocte postérieur arrondi, cette espèce, qui mesure 12^{mm} de longueur sur 9^{mm} de largeur et 6^{mm} de hauteur, a bien les caractères du genre; elle se distingue des deux espèces indiennes, du Ranikot, par sa forme moins haute, non gibbeuse et son pétale impair moins développé que les autres. Ce pétale est le plus long chez *P. pileus* Duncan et Sladen; il est, comme les autres, bien plus large et moins ouvert chez *P. minor*.

Eolampas excentricus Duncan et Sladen. — L'unique individu examiné ayant son pétale impair détruit, sa détermination reste incertaine. Dans

l'Inde l'espèce est du Khirthar; à l'île Makambi MM. Collignon et Cottreau la considèrent comme Miocène. L'individu figuré par eux est d'ailleurs plus large que le nôtre.

Les espèces connues étaient attribuées, *Echinocyamus Luciani* à l'Éocène supérieur, *E. Lorioli* à l'Éocène moyen et *Eolampas excentricus* au même niveau. En Tunisie en effet *Echinocyamus Lorioli*, compagnon du *Thagastea Wetterlei*, serait d'après M. Blayac de la base de Lutétien (Haug, *Traité de Géologie*, II, p. 1506). D'autre part les *Paralampas* sont dans l'Inde de l'Éocène inférieur et le radiole de *Cidaris* a trop de rapports avec les formes Dano-montiennes pour appartenir à un niveau bien élevé de l'Éocène. Dans ces conditions cependant, il aurait été assez difficile de préciser l'âge des petits Échinides de Tongobory, si nous ne connaissions pas les Foraminifères qui les accompagnent. M. Douvillé a bien voulu en déterminer quelques-uns : *Alveolina elliptica* Sow. *Nummulites stamineus* Nuttall, 1926, et probablement *N. atacicus*. Un échantillon de Calcaire à Alvéolines, recueilli dans le voisinage de Tongobory et envoyé à l'École des Mines par M. Perrier de la Bathie renferme avec de nombreux *Alveolina elliptica* plusieurs *Orbitolites complanatus*.

Les indications données par les Foraminifères concordent donc avec celles fournies par les Échinides et permettent de les préciser en disant, comme me l'écrit M. Douvillé : « D'après leur faune les gisements à Échinides appartiennent à la partie inférieure du Khirthar moyen, c'est-à-dire au Lutétien moyen ou inférieur. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Lois d'établissement du chroma des impressions lumineuses*. Note (1) de M. **Henri Piéron**, présentée par M. Fabry.

Pour étudier les lois de la sensation chromatique en fonction du temps, on ne peut utiliser des excitations brèves dont l'effet lumineux, qui varie avec la durée, prédomine nettement : il faut substituer à une stimulation lumineuse incolore, pendant un temps réglable, une stimulation isolumineuse monochromatique.

J'ai fait construire, grâce au concours de MM. Jobin et Yvon, un spectrocolorimètre, qui permet cette substitution au moyen d'un écran mobile découvrant l'image réelle d'une fente éclairée, quand il masque l'image d'une autre fente, et inversement.

(1) Séance du 17 juillet 1929.

Les flux que l'on peut ainsi substituer l'un à l'autre sont quantitativement réglables par le jeu de polariseurs, et l'égalisation est vérifiée par la méthode photométrique du papillotement. On peut régler la pureté du flux monochromatique par mélange avec un flux graduable de lumière blanche. Les deux flux sont perçus d'après la brillance d'une des plages photométriques d'un cube de Lummer-Brodhun. L'autre plage correspond à un troisième flux, monochromatique lui aussi, et servant à la comparaison. On peut régler le λ des flux monochromatiques par rotation de prisme, dans deux spectromètres, et leur pureté par mélange gradué avec des flux de lumière blanche (réfléchis par des glaces sans tain que traversent les flux colorés).

Pour une durée donnée d'exposition d'un flux de λ défini et d'une certaine pureté, se substituant à un flux isolumineux de lumière blanche, on cherche l'égalisation apparente avec le flux de comparaison (en réglant le λ, la brillance et la pureté de ce dernier).

Lorsqu'on fait croître progressivement la durée de la stimulation colorée, on constate que, pour une certaine valeur critique, la perception chromatique débute, et, sans qu'il se produise de modification de brillance apparente, augmente de saturation; cette intensité du chroma atteint et dépasse celle qui correspond à une durée moyenne de stimulation (fixée à 3 secondes environ), arrive à un maximum et décroît. Il y a là une évolution parallèle à celle qui a été suivie dans l'établissement de la sensation lumineuse (où l'ondulation de Broca et Sulzer implique aussi un dépassement passager du régime stable, avec cette différence que pour le chroma, il n'y a pas véritablement de régime stable, la décroissance après le maximum se faisant, quoique moins vite, de façon toujours notable).

L'établissement du chroma, sur fond lumineux constant, ne se fait pas également vite pour les différentes couleurs; il est plus rapide pour le rouge que pour le vert, pour le vert que pour le bleu.

Il n'est que faiblement accéléré par l'accroissement de la brillance (l'intensité de la stimulation ayant une influence accélératrice beaucoup plus marquée, en ce qui concerne la perception lumineuse).

Enfin, il est pratiquement le même pour toutes les puretés depuis les valeurs liminaires jusqu'au maximum possible.

Nous donnons, dans le tableau ci-après (1) quelques valeurs numériques

(1) Dans le tableau, *p* signifie pureté et *b* signifie brillance (la valeur 1 étant celle de la brillance maxima donnée par le flux monochromatique pour une certaine ouverture de la fente éclairée, en sorte qu'à pureté 0,5, la valeur 2 peut être obtenue par

relatives à l'établissement du chroma (l'intensité de celui-ci étant évaluée en pureté de la lumière monochromatique de comparaison examinée pendant environ 3 secondes en donnant à la pureté absolue la valeur 1).

Durées (σ).	I. *Lumière bleue.* — λ = 475 mμ, p = 0,33. b = 0,75.	II. *Lumière verte.* λ = 530 mμ, p = 0,50. b = 0,02.	b = 0,18.	b = 1,50.	III. *Lumière rouge* (λ = 640 mμ). p = 0,50. b = 0,03.	b = 0,10.	b = 0,50.	b = 1.	b = 2.	p = 0,33, b = 0,5.	p = 0,66, b = 0,5.
80...	0,22	0,44	0,43	0,69	0,36	0,51	0,53	0,60	0,57	0,34	0,66
150...	0,30	0,49	0,63	0,70	0,50	0,59	0,68	**0,71**	**0,69**	0,44	0,82
225...	0,37	0,54	0,68	**0,72**	–	–	**0,71**	–	0,65	**0,45**	**0,88**
300...	0,46	0,62	**0,74**	0,66	–	**0,63**	0,71	0,59	0,64	–	0,86
500...	**>0,47**	**0,67**	0,71	0,56	0,50	0,59	0,65	0,59	0,60	0,35	0,73
750..	0,46	0,57	0,62	0,54	–	–	–	–	–	0,34	0,70
3000...	0,33	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,33	0,66

Au point de vue du temps au bout duquel le régime durable (2 à 3 secondes) est atteint avant la phase de maximum, voici quelques valeurs directement déterminées :

Rouge 640$^{m\mu}$ ($p = 1$).

Brillance	0,1	0,2	0,5	1
Latence (σ)	130	103	85	78

Vert 530$^{m\mu}$.

a. $p = 1$ — Brillance		0,05	0,25	0,75
a. $p = 1$ — Latence (σ)		72	60	35
b. $b = 0,25$ — Pureté		0,25	0,5	1
b. $b = 0,25$ — Latence (σ)		60	60	60

L'accélération de l'établissement en fonction de l'accroissement de la brillance, d'abord assez rapide, puis de plus en plus lent, apparaît plus nettement encore, d'après ces chiffres qui expriment la latence de franchissement du régime stable, que d'après ceux qui sont relatifs à la latence de saturation maxima (de détermination bien plus incertaine).

addition de lumière blanche égale 1). Il n'y a pas équivalence d'une lumière à l'autre entre les brillances maxima (faites égales à 1). Dans les conditions où nous avons opéré, on a les équivalences suivantes :

$$1\,(475^{m\mu}) = 0,100\,(640^{m\mu}) = 0,089\,(530^{m\mu}).$$

L'intensité du chroma lui-même (saturation), se montre sans influence appréciable, et il y a là une donnée importante au point de vue du mécanisme de l'impression chromatique.

En ce qui concerne l'élévation passagère de saturation, elle s'accentue avec la brillance jusqu'à un maximum pour s'atténuer ensuite quand la brillance croît encore. Elle s'accentue en valeur absolue avec la saturation, mais la valeur relative de l'accroissement ne paraît pas varier de façon systématique : en lumière rouge, par exemple, les dépassements correspondant à la durée optima (par rapport à l'égalité d'exposition, soit 3 secondes avec la lumière de comparaison) pour des puretés du stimulus de 0,33, 0,50, et 0,66 sont, en valeur absolue, de 0,12, 0,21, 0,22, et en valeurs relatives, de 0,36, de 0,42, et de 0,33.

ZOOLOGIE. — *Sur un nouveau Carnivore malgache du genre* Eupleres. Note [1] de M. L. **Lavauden**, présentée par M. P. Marchal.

Le genre *Eupleres* a été établi en 1835 par Doyère [2] pour un curieux animal, rapporté par le voyageur Jules Goudot des environs de Tamatave (côte orientale de Madagascar).

Doyère avait rangé cet animal parmi les Insectivores. Mais de Blainville et plus tard P. Gervais reconnurent que, malgré une dentition très aberrante, l'*Eupleres* devait être rangé parmi les Carnivores Viverridés, non loin des Genettes et des Nandinies africaines.

La seule espèce connue à ce jour était l'*Eupleres goudoti*, qui habite la grande forêt de l'est de Madagascar. C'est un animal essentiellement nocturne, de la taille d'une Fouine, et pourvu d'une queue courte et épaisse, formant réserve de graisse.

Des *Eupleres* ont été rencontrés par Kaudern dans l'ouest de Madagascar, aux environs de Sainte-Marie de Marovoay, où ils ne sont, paraît-il, pas très rares [3]. Mais ce naturaliste n'a pas distingué ces sujets occidentaux de la forme orientale typique.

Par contre nous avons découvert, dans les montagnes du nord de Madagascar, à une altitude d'environ 1500^m, dans les forêts surmontant le village

---

(1) Séance du 17 juillet 1929.

(2) Doyère, *Ann. Sc. nat.*, 4, 1835, p. 281, pl. XVIII.

(3) Kaudern, *Saügetiere aus Madagascar* (*Archiv fœr Zool.*, *Stockholm*, 9, XVIII, 1915, p. 82).

de Beangona, dans la haute vallée du Sombirano, au pied du massif du Tsaratanana, un *Eupleres* entièrement différent de l'*E. goudoti*, et s'en distinguant, à première vue, par sa taille beaucoup plus considérable.

En avril dernier, nous avons pu capturer un couple d'adultes de cette espèce, à laquelle nous donnons le nom d'*Eupleres major*.

L'*Eupleres goudoti* est de couleur tabac. Son pelage est uniforme, serré, et riche en bourre. Voici les dimensions de deux sujets adultes de notre collection : ♂ : longueur totale 0m,670, queue 0m,220; ♀ : longueur totale 0m,630, queue 0m,200.

L'*Eupleres major* est beaucoup plus clair. Son pelage est grisâtre, et d'apparence tiquetée, ce qui est dû à la présence, sur le poil brun, d'un large anneau blanc, atteignant parfois la pointe du poil (1). L'aspect du pelage est tout à fait celui de la Mangouste de l'Afrique du Nord (*Mungos ichneumon numidicus* F. Cuv.). Le pelage est, en outre, plus long, moins serré, et comprend moins de bourre. Le ♂ est un peu plus foncé et plus roux que la ♀. La taille est beaucoup plus grande. Voici les mensurations de nos spécimens types :

	Longueur totale.	Queue.
♂	0m,880	0m,230
♀	0m,860	0m,270

Les crânes présentent aussi des différences. Voici les mensurations du crâne de notre ♂ type, comparé avec celui d'un ♂ ad. d'*Eupleres goudoti* de notre collection :

	Eupleres major.	*E. goudoti.*
	m	m
Longueur condylo-basale	0,095	0,084
Longueur palatale	0,050	0,044
Largeur de la boîte cranienne	0,033	0,028
Largeur du rétrécissement post-orbitaire	0,015	0,013

On voit que le crâne de l'*Eupleres major* est proportionnellement un peu plus petit, et un peu plus court que celui de *Eupleres goudoti*.

C'est à notre avis, à *Eupleres major* qu'il faut rapporter le Carnivore inconnu signalé par M. G. Petit, dans son rapport de mission à Madagascar, d'après M. Perrier de la Bâthie, comme habitant le massif du Tsaratanana.

---

(1) Les poils d'*Eupleres goudoti* présentent aussi cet anneau clair mais il est beaucoup moins large, beaucoup plus voisin de la base du poil, et en outre dissimulé par la bourre abondante.

M. Perrier de la Bâthie, n'ayant fait qu'entrevoir l'animal, ne pouvait, en raison de sa grande taille, penser qu'il pût s'agir d'un *Eupleres*.

Nous-même, au premier coup d'œil, avons cru avoir affaire à une grande Mangouste.

Nous conservons provisoirement nos types dans notre collection personnelle, en vue d'une étude plus complète, après laquelle ils seront déposés au Muséum national d'Histoire naturelle, à Paris.

ENTOMOLOGIE. — *Sur la morphologie et l'évolution de l'aile postérieure chez les Coléoptères* (¹). Note de M. P. Vignon, présentée par M. E.-L. Bouvier.

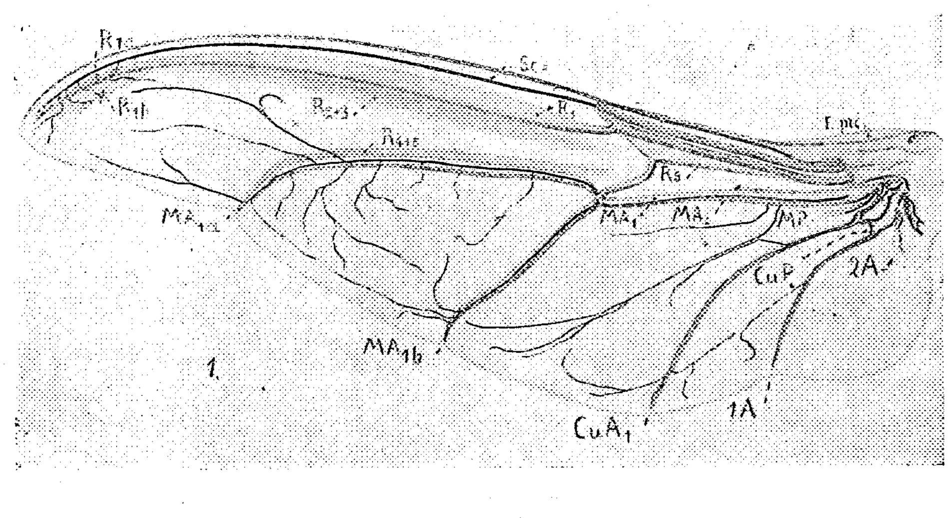
Les Coléoptères ayant, à l'aile postérieure, mes nervures MA_1, MA_2, MP, $Cu A_1$ et Cu P (mais non $Cu A_2$) ne descendent pas des Blattoïdes, chez qui la médiane haute MA_1 a déjà disparu. L'ancêtre avait une médiane frontale haute à deux branches, MA_{1a}, MA_{1b}, une médiane antérieure basse MA_2 et une médiane postérieure vraie, MP, fourchues aussi. La veine MA_2 est venue se coller aujourd'hui sous MA_1 et finit au niveau de la plicature transverse; seule elle est pourvue d'une trachée : l'examen de certains adultes qui ont gardé toutes leurs trachées montre que, pour ce qui est de la trachée MA_2, tantôt les trachées des deux fourchons disparus peuvent courir sous les branches hautes MA_{1a}, MA_{1b} (*fig.* 1), et tantôt une trachée double peut prolonger en ligne droite la tige de MA_2 (voir le Cérambycidé *Acrocinus longimanus*, spéc. 163 du Muséum). La cubitale $Cu A_1$ peut renfermer une trachée double (voir le Cérambycidé *Ergates faber*, spéc. 162). Quand alors $Cu A_1$ se divise en deux branches, celles-ci peuvent, en se rejoignant ensuite, constituer une « boutonnière » (²). Basilairement, 1 A, nervure haute, vient se coller à Cu P, après avoir laissé libre entre les deux nervures un « triangle cubito-anal » (*Tri*, *fig.* 2 et 3) que j'ai observé sur le fossile du Houiller de Commentry *Blattinopsis Goldenbergi*. Après quoi, très fréquemment, Cu P rejoint $Cu A_1$, et, pour préciser, la branche postérieure de la boutonnière, quand elle existe.

L'aile des Coléoptères a subi une longue évolution. L'histoire en est sur-

(¹) Voir Vignon et Séguy, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1699.

(²) Figure 1, le Curculionidé *Rhynchophorus palmarum* offre une trachée récurrente, née de $Cu A_1$; c'est elle qui devra faire se refermer la boutonnière : mais la branche postérieure proximale de $Cu A_1$ fait encore défaut ici.

tout celle du raccourcissement, puis de l'avortement de « l'aire apicale » située par delà la plicature. Longue, d'abord, falciforme et d'un aspect très primitif (Nécrophores tels que *N. humator*, *N. vestigator*, *N. vespilloides*, Histéridés tels que *Hister 4-maculatus*, *Pachylister reflexilabris*, Curcu-



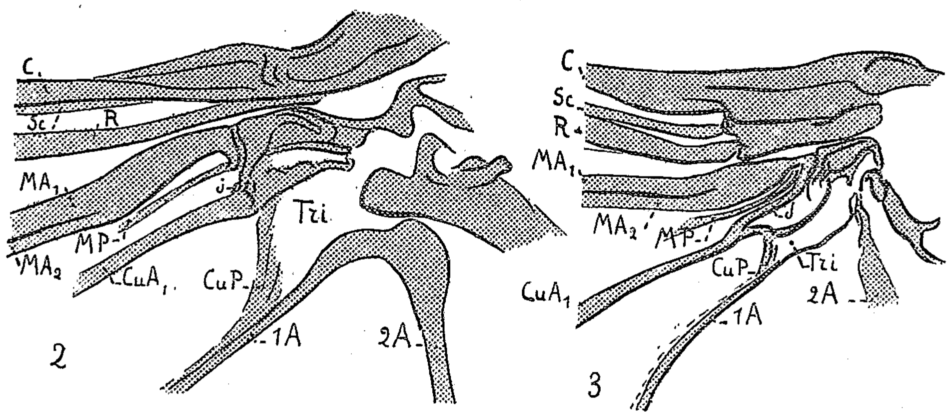


Fig. 1 et 3. — Aile et base de l'aile du Curculionidé sud-américain *Rhynchophorus palmarum* L., d'après le spécimen n° 165 du Muséum. — Fig. 2. — Base de l'aile du Cérambycidé *Macrodontia cervicornis* L., de la Guyane, d'après le spécimen n° 166 du Muséum. — *j*, rameau unissant la cubitale à la médiane.

lionidés tels que *Rhynchophorus*, Brenthidés tels que *Eutrachelus Temmincki*, etc.), l'aire apicale a commencé par offrir une radiale R_1 atteignant la pointe après avoir émis un rameau postérieur subapical R_{1b} (1); MA_1 se

(1) La figure 1 montre, sous la forme d'un pli, des vestiges de ce rameau R_{1b}.

bifurquait alors très simplement. R_{1b} a disparu ensuite en tant que rameau subapical, mais des Anthribidés, des Scarabéidés, offrent un pli haut chitinisé, né cette fois tout contre la plicature de l'aile, et qui peut-être représente R_{1b}. Il y a là, chez les Cétoninés, une vraie nervure. Derrière le pli et tout contre règne la chitinisation basse R_{2-3}, qui peut persister seule. Le pli haut dont je parle dessine, basalement, une courbe à convexité postérieure : bientôt R_{1a} fait de même, se raccourcit et finalement s'efface (Lucanidés, Passalidés). Au-devant de la courbure postérieure de R_{1b}, ou de R_{2+3}, monte maintenant une courbure quasi symétrique de MA_{1a} (voir notamment le beau Cérambycidé *Macrodontia cervicornis*). Pour finir, chez les Elatéridés par exemple, toute cette anatomie apicale devient méconnaissable [1].

Les Adéphages sont récents. Chez eux, l'aire apicale est raccourcie, l'appareil de plicature est complexe. *Cicindela campestris*, le Carabidé *Calosoma sycophanta*, *Dytiscus marginalis*, le Gyrinidé *Dineutes proximus*, me montrent comment, peu à peu, la veine MA_{1b} est venue rejoindre MA_{1a} au sommet de la courbure basale de celle-ci : l'une et l'autre branches gagnent ensuite le bord de l'aile. Les Buprestidés, récents aussi, ne font que plier en éventail une aire apicale très évoluée.

La présence de la médiane haute MA_1 obligerait à mettre les Coléoptères, comme les Diptères, parmi les Paléoptères, s'il ne convenait pas de renoncer à ce classement artificiel en Paléoptères et Néoptères, pour chercher à voir par quelles étapes l'évolution a fait passer vraiment l'aile des Insectes.

ZOOLOGIE. — *Sur la faune aquatique du Sahara central.* Note [2] de M. **H. Gauthier**, présentée par M. Caullery.

M. le professeur Seurat a bien voulu me charger d'examiner la faune aquatique qu'il a récoltée dans le Sahara central au printemps de l'année 1928. J'ai achevé de trier son matériel et d'étudier les groupes qui relèvent de ma compétence [3]. De cet examen et des premiers renseignements com-

(1) Au raccourcissement apical correspond souvent un allongement proximal; l'aile des Coléoptères finissants, qui se replie à peine, peut de la sorte être longue, ainsi d'ailleurs que l'abdomen : voir les Lyméxylonidés, par exemple.

(2) Séance du 8 juillet 1929.

(3) Ostracodes, Cladocères, Phyllopodes anostracés.

muniqués par les spécialistes auxquels j'ai envoyé ceux des animaux que je ne pouvais nommer moi-même [1], on peut déjà tirer les enseignements suivants :

La faune aquatique du Sahara central est assez nettement distincte de celle des steppes algéro-tunisiens et du Sahara septentrional.

L'espèce que je considère [2] comme la plus caractéristique de la zone steppique algéro-tunisienne, le *Diaptomus chevreuxi* G. R. (Copép.), espèce qui s'avance jusqu'aux lisières du Sahara septentrional, n'existe pas dans le matériel abondant que M. Seurat a récolté là-bas. Elle y est remplacée par une autre espèce, qui y est très commune, le *Diapt. lorteti* Barrois [3]. La *Daphnia atkinsoni* Baird, si commune dans toutes les eaux temporaires de la zone steppique algéro-tunisienne, n'a pas été récoltée une seule fois par M. Seurat. La *D. carinata* King se trouve dans les deux régions, mais sous des formes totalement différentes : en Algérie et en Tunisie, c'est un animal lourd, opaque, de grandes dimensions, à nombreux œufs parthénogénétiques, à front non saillant; au Sahara central, ses dimensions sont bien moindres, sa transparence bien plus grande, son front proéminent, ses œufs parthénogénétiques peu nombreux : ici c'est un animal pélagique. M. Seurat n'a trouvé ni Phyllopode notostracé, ni Phyllopode conchostracé. En ce qui concerne les Anostracés, ils ne sont à peu près représentés [4] que par le *Streptocephalus torvicornis* (Waga), commun dans la zone steppique du département d'Alger. Mais cette espèce, quoique assez fréquente au Sahara central, semble y trouver des conditions bien moins favorables que dans les steppes algérois : ses dimensions y sont toujours très réduites. Les Phyllopodes anostracés, notostracés et conchostracés, pour lesquels la zone steppique algéro-tunisienne serait, d'après des observations, un habitat tout à fait favorable, ne pénétreraient donc, par contre, que très difficilement au Sahara central.

Quant aux autres Entomostracés trouvés dans le matériel étudié, ils ne présentent, au point de vue biogéographique, qu'un intérêt secondaire : ou bien ce sont des espèces

---

(1) En particulier M. J. Roy (Copépodes).

(2) *Recherches sur la faune des eaux continentales de l'Algérie et de la Tunisie* (*Thèse Sc.*, Alger, 1928).

(3) Le *Diapt. chevreuxi* n'est connu, en dehors de l'Afrique du Nord, que de la Mésopotamie, et le *Diapt. lorteti* est décrit de l'Égypte.

(4) Le *Branchipus stagnalis* (L.) se trouvait, à l'état de quelques ♂ et ♀ à peu près adultes, dans une mare à Tahount Arak.

à vaste distribution géographique et plus ou moins ubiquistes, par conséquent peu exigeantes au point de vue climatique, ou bien elles ne sont représentées que par des individus isolés, et leur présence n'a pas une bien grande signification. Il faut noter, par exemple, la présence de quelques *Diaphanosoma brachyurum* (Liévin), commune en Europe, signalée en de nombreux points de l'Asie centrale, en Sibérie, en Palestine, en Égypte, aux Açores, aux États-Unis et au Paraguay, assez commune dans certaines eaux permanentes ou semi-permanentes de la zone pluvieuse algéro-tunisienne, mais que je n'ai jamais rencontrée dans la zone steppique et que l'on retrouve au Sahara central par individus isolés; et de la *Daphnia pulex* (De Geer), espèce à vaste distribution géographique, mais qui est absente également de la zone steppique. Parmi l'élément subtropical, je mentionnerai trois espèces signalées déjà dans la zone pluvieuse algéro-tunisienne : la *Ceriodaphnia rigaudi* Rich., l'*Alona pulchella* King, la *Dunhevedia crassa* King, ainsi que deux espèces qui n'étaient pas encore connues à une latitude aussi élevée en Afrique : l'*Alona Karua* King et le *Candonocypris bicornis* (G.-W. Müller). Enfin à cette faune appartient également une *Cypretta* (Ostrac.) que je considère comme nouvelle. J'ajoute que les *Chydorus* font entièrement défaut, que les *Alona* y sont rares, que le *Cypridopsis newtoni* Brad. Rob., représenté par des ♂ et des ♀ en nombre à peu près équivalent, y est extrêmement commun, et que les *Ceriodaphnia*, communes dans la zone pluvieuse (*C. dubia* et *C. reticulata*) et toujours absentes des eaux temporaires de la zone steppique, sont ici représentées par la *Ceriodaphnia affinis* Lillj., qui semble, en Europe et en Algérie, assez rare, et surtout localisée dans les eaux permanentes des cours d'eau, au voisinage des estuaires.

Cette faune n'est donc réellement comparable ni à celle de la zone steppique, ni à celle de la zone pluvieuse. En se plaçant au point de vue purement faunistique, elle se signale : 1° par la grande fréquence du *Diapt. lorteti*, du *Cypridopsis newtoni*, de la *Ceriodaphnia affinis* et d'une forme pélagique, à casque céphalique, de la *Daphnia carinata;* 2° par l'absence, jusqu'à plus ample informé, des Phyllopodes notostracés et conchostracés, et par les faibles dimensions des Anostracés; 3° par l'absence, totale autant que nous puissions l'affirmer, du *Diapt. chevreuxi* et de la *Daphnia atkinsoni*.

Je tenterai, dans une Note ultérieure, d'expliquer cet état de choses en montrant que les « aguelmane » et les « abankor », visités par M. Seurat au cours de son voyage, sont bien distincts, au point de vue écologique, de tous les milieux aquatiques que nous connaissions en Algérie et en Tunisie.

ICHTHYOLOGIE. — *Sur un Poisson cavernicole africain microphthalme.* Note de M. **Jacques Pellegrin**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Les Poissons des rivières souterraines des grottes ou des puits, à organes visuels plus ou moins complètement atrophiés, sont relativement très peu nombreux : 16 espèces en tout, réparties en 14 genres et 4 familles : Cyprinidés, Siluridés, Amblyopsidés, Brotulidés.

Au point de vue de la distribution géographique, l'Amérique du Nord et Centrale vient en tête avec 9 espèces, l'Amérique du Sud en compte 4, l'Afrique 3. Fait singulier, aucun Poisson réellement aveugle n'a encore été rencontré dans les cavernes d'Europe, d'Asie ou d'Australie.

En ce qui concerne l'Afrique, les découvertes de Poissons cavernicoles, sans yeux, sont toutes récentes. En 1921, M. Boulenger a décrit le premier un Cyprinidé de la grotte de Thysville (Bas-Congo), voisin des Barbeaux, le *Cæcobarbus Geertsi*, en 1923 Mlle Gianferrari a fait connaître un Siluridé du groupe des *Clarias*, l'*Uegitglanis Zammeranoi* du puits d'El Uegit en Somalie italienne, en 1924 M. Vinciguerra a donné la diagnose d'un second Cyprinidé, en vérité assez particulier, mais qu'on peut tout de même rattacher à la forme congolaise, le *Phreatichthys Andruzzii*, de la source Bud Bud, aussi en Somalie.

Cette Note est consacrée à un quatrième Poisson africain, en réalité pas complètement aveugle, mais *à yeux atrophiés* et extrêmement réduits, *encore visibles à l'extérieur* et établissant dans la famille des Cyprinidés un passage aux *Cæcobarbus* et *Phreatichthys*. Je donne à ce nouveau type provenant du puits d'Eil (Migiurtina-Somalie italienne) où il a été récolté par le docteur Taramelli et que je dois à l'obligeance du professeur Franchini de Bologne le nom d'*Eilichthys microphthalmus* nov. gen. nov. sp.

Le genre *Eilichthys*, dans la sous-famille des Cyprininés, se rattache au groupe des *Barbus*. L'œil minuscule, sans bord libre, est normalement placé. La peau est nue. Il existe 2 paires de barbillons. Les dents pharyngiennes, crochues, sont disposées en 2 rangées de chaque côté. La ligne latérale est indistincte. Le péritoine est noir.

L'espèce est caractérisée par une dorsale à 3 rayons simples, le dernier flexible et 7 ou 8 rayons branchus, une anale à 3 rayons simples et 5 branchus, des ventrales s'insérant sous le début de la dorsale, une caudale profondément échancrée. Les dents pharyngiennes sont au nombre de 5 et 3 d'un côté, 3 et 4 de l'autre.

Le Poisson n'est pas complètement dépigmenté, son dos est brunâtre, ses côtés grisâtres, le péritoine, sombre, est plus ou moins visible, en dessous, par transparence.

Les types mesurent : l'un 54^{mm} de longueur totale (tête 13^{mm}, œil $^3/_4$ de mm); l'autre 35^{mm} (tête 9^{mm}, œil $^3/_4$ de mm).

L'*Eilichthys microphthalmus* présente des affinités avec le genre *Barbus* Cuvier, dont on compte aujourd'hui environ 250 espèces en Afrique; mais il s'en distingue, sans parler de l'œil atrophié et sans bord libre, par l'absence d'écailles, la formule des dents pharyngiennes en deux rangées au lieu de trois. Dans le genre *Aulopyge* Heckel, de Dalmatie, à peau nue, les dents pharyngiennes sont sur une seule rangée.

L'aspect extérieur rappelle assez le *Cæcobarbus;* toutefois dans ce genre, privé d'yeux, bien qu'en voie de régression, les écailles persistent.

Les principaux rapports avec l'aveugle *Phreatichthys*, aussi de Somalie, consistent dans la peau nue, dans la formule voisine des dents pharyngiennes (*Eilichthys :* 5.3-3.4; *Phreatichthys :* 4.2-2.4); mais chez le Poisson décrit ici, l'aspect est très différent, le corps plus court, la tête plus longue, les organes sensoriels de la tête et surtout de la ligne latérale beaucoup moins développés.

En résumé il s'agit d'une *forme de transition* des plus remarquables entre les Cyprinidés de surface à yeux normaux et les formes cavernicoles complètement aveugles déjà connues. L'œil est en voie d'atrophie et son rôle fonctionnel doit être des plus restreints.

Il est intéressant, d'autre part, de constater la richesse des puits de la Somalie italienne en Poissons cavernicoles. Ceux-ci, car dans la famille des Siluridés l'*Uegitglanis* n'est qu'un *Clarias* sans yeux, ne présentent pas les caractères archaïques qu'on pourrait s'attendre à rencontrer chez des représentants de la faune souterraine. Leur adaptation paraît donc relativement récente et la forme décrite ici montre encore la persistance, à l'heure actuelle, d'un des principaux stades de leur différenciation.

CYTOLOGIE. — *Sur le pigment et les variations chromatiques de quelques Reptiles du groupe des Agamidæ*. Note (¹) de Mlle **M.-L. Verrier** et M. **A. Panu**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Il est généralement admis que chez les Reptiles du groupe *Agamidæ*, les mâles à l'époque de la reproduction présentent à la face inférieure de la tête et sur les parties latérales du corps de larges plages bleues qui se distinguent nettement de la pigmentation jaune clair, brunâtre ou rougeâtre des autres parties du corps. Cette coloration bleue, temporaire, a été considérée comme une livrée nuptiale.

Or, lorsque les animaux pourvus de cette livrée sont capturés, toute couleur bleue disparaît dès le début de la captivité. Cette observation a été

(1) Séance du 17 juillet 1929.

faite en Algérie par M. Jeannel qui nous l'a communiquée. Un lot d'Agames conservés au Vivarium du Muséum de Paris nous a permis diverses observations sur l'apparition de cette couleur. Les animaux y sont installés dans des cages où les conditions de température et d'éclairement rappellent autant que possible les conditions du milieu où ils vivent en liberté. La couleur bleue, disparue au moment de la capture, revient, d'une façon toute temporaire du reste, lorsque l'animal est poursuivi et saisi. Elle est visible au bout de quelques minutes, s'accentue peu à peu jusqu'à devenir presque noire; elle dure tant que l'animal est tenu dans la main et cesse dès qu'il est replacé dans la cage. Elle apparaît aussi au moment de l'excitation produite sur l'animal par des vapeurs de chloroforme ou d'éther. On peut aussi constater sa présence sur les sujets anémiés, un jour ou deux avant la mort; elle persiste après la mort.

Ces observations ont été faites sur une dizaine d'Agames (*Agama inermis* Reuss et *Agama Tournevillii* Lataste, principalement) aussi bien chez des individus mâles que chez des individus femelles. Dans les deux cas les organes génitaux étaient à différents degrés d'évolution, suivant les individus.

L'étude du pigment des Agames ayant fait l'objet de peu de recherches, il nons a paru intéressant de préciser la structure de leurs téguments, de rechercher les causes des variations de couleur, et d'apprécier leur signification biologique.

Dans les régions pigmentées en jaune pâle, que l'on observe sur la plus grande partie du corps des animaux et tout particulièrement à la face ventrale, on constate, sous l'épiderme, la présence de trois ou quatre assises de cellules à pigment jaune (carotinoïdes et lipoïdes), au-dessus, une assise presque continue de guanophores, que double une région riche en mélanophores.

Dans les régions bleues, sous l'épiderme, existe comme précédemment plusieurs assises de cellules à pigment jaune et une couche de guanophores; mais, parmi les guanophores sont de grosses cellules peu distantes les unes des autres, de taille bien supérieure à celle des cellules avoisinantes et munies de prolongements épais à leur base et ramifiés à leur extrémité. Le contenu de ces grosses cellules rappelle la mélanine des cellules sous-jacentes, cependant, ce pigment est peu soluble dans l'alcool concentré, le chloroforme, l'éther, SO^4H^2 et HCl. Avec AzO^3H et KOH, il donne une teinte rose qui indique surtout la présence de substances prémélaniques

bleues. Enfin, au-dessous de ces cellules sont d'autres cellules mélaniques ordinaires.

Ainsi le tégument des régions bleues diffère du tégument des régions avoisinantes par la présence de cellules prémélaniques de grande taille. C'est donc à ces éléments que l'on doit attribuer la teinte bleue de la peau. Cette teinte apparaîtrait plus ou moins vive selon l'état de contraction ou d'extension des cellules.

Différents auteurs se sont préoccupés de la structure de la peau des Reptiles. Ce sont principalement Schmidt ([1]) et G. Thilenius ([2]). D'après eux les éléments pigmentaires seraient représentés par des mélanophores, des guanophores, des lipophores, des allophores pour Thilenius, qui ont été ensuite appelés porphyrophores par Schmidt.

Il nous a paru que les lipophores signalés par ces auteurs n'étaient autres qu'un mélange de lipoïdes et de carotinoïdes (fixation Dietrich-Parat, coloration au Soudan III — action de l'iode ioduré sur les tissus frais). De plus, nous considérons les allophores de Thilenius et les porphyrophores de Schmidt comme des cellules prémélaniques.

Ainsi, d'après cette structure, d'après les conditions extérieures qui accompagnent l'apparition du pigment bleu ou bleu noir, nous sommes amenés à conclure que cette pigmentation est sous la dépendance du système nerveux et de l'état physiologique de l'animal, qui déterminent des degrés divers de contraction ou d'extension des cellules et, par suite, l'étalement ou la condensation du pigment.

La couleur du milieu environnant est sans effet, contrairement à ce que l'on peut observer dans le cas du Caméléon par exemple, chez lequel on admet que les variations chromatiques sont en rapport avec les excitations visuelles. Cependant, l'étude anatomique des yeux d'*Agama Tournevillii* nous a révélé une structure de rétine qui rappelle, en tous points, celle du Caméléon.

La coloration n'est pas, non plus, en rapport avec les variations de température du milieu, comme il est facile de l'observer dans le cas des *Uromastix*. La nourriture est sans effet immédiat.

Cette coloration n'est pas l'apanage exclusif du mâle. Il est excessif de

---

([1]) W. J. SCHMIDT, *Die Chromatophoren der Reptilienhaut* (*Arkiv f. Mikrosk. Anat.*, 90, 1918, p. 98-254.

([2]) G. THILENIUS, *Der Farbenwechsel von* Varamus griseus, Uromastix acanthinurus, Agama inermis (*Schwalbes Morph. Arb.*, 7, 1897, p. 515-545).

la considérer uniquement comme une livrée nuptiale : elle peut coïncider avec l'état de maturité sexuelle, mais elle apparaît en dehors de cet état sous diverses excitations d'ordre émotionnel. Ainsi, nous sommes portés à admettre que, le nerf trijumeau, le nerf optique, les nerfs rachidiens (influences thermiques) n'intervenant pas, il doit s'agir ici d'excitations du sympathique soit par les hormones sexuelles, soit par des irritations extérieures.

EMBRYOGÉNIE. — *Le développement de l'Épinoche* (Gasterosteus aculeatus *L.*) *analysé par la chronophotographie. Contractions protoplasmiques et circulation embryonnaire.* Note de MM. **Jean Painlevé**, **Paul Wintrebert** et **Yung-Ko-Ching**, transmise par M. F. Mesnil.

I. *Contractions protoplasmiques.* — Ces contractions, ainsi que deux d'entre nous l'ont précédemment signalé (¹), ne se produisent pas seulement sur l'œuf indivis, fécondé ou non, déposé dans l'eau, ainsi que l'ont décrit Ramson en 1867 et Henneguy en 1888, mais encore sur l'œuf en développement; elles intéressent, dans ce cas, les ébauches embryonnaires, le blastoderme, le parablaste, l'écorce plasmique du vitellus, l'écusson embryonnaire avant que celui-ci n'ait différencié ses organes axiaux. Mais entre les deux périodes où elles avaient été vues, œuf insegmenté d'une part, œuf recouvert aux deux cinquièmes du capuchon blastodermique d'autre part, c'est-à-dire au moment précis de la segmentation, aucune contraction des blastomères n'avait été encore aperçue et pendant près de 24 heures, à 18°C., les phénomènes de contraction, si nettement visibles aux deux étapes signalées, semblaient avoir complètement cessé. L'analyse chronophotographique vient démontrer qu'ils n'ont pas disparu. Ils sont seulement de faible étendue et limités à quelques blastomères. Au lieu de constituer un mouvement d'ensemble, cheminant et se propageant de cellule à cellule sur tout le territoire blastodermique, ils n'intéressent que des blastomères isolés. Le film indique avec précision leur existence. Ces mouvements de contraction protoplasmique sont visibles à la base des blastomères par le soulèvement rapide et ondulatoire de celle-ci. Ils sont très différents des déplacements lents et continus de particules que l'on suit à l'intérieur des cellules

(¹) P. Wintrebert et Yung-Ko-Ching, *La contraction protoplasmique des ébauches embryonnaires chez l'Épinoche et l'Épinochette* (*Comptes rendus*, **183**, 1926, p. 455).

et qui sont sous la dépendance des phénomènes de nutrition et de division; ceux-ci changent la forme des blastomères suivant un rythme de gonflement et d'étalement qui se répète à chaque division et dont les particularités seront décrites ultérieurement. Grâce à l'étude chronophotographique, les deux grandes périodes de mouvements d'ensemble sont donc reliées par une phase de contractions que l'observation simple n'avait pu recueillir et analyser.

Ces contractions, qui creusent d'un sillon ondulant la paroi de l'œuf entier ou de blastomères isolés, sont bien différentes des phénomènes récemment signalés par Kasansky (1) chez le Brochet (*Esox lucius* L.) et qui consistent en une rotation d'ensemble de l'œuf, lente, régulière et uniforme, semblable à celle de beaucoup de blastulas d'Invertébrés et de Chordés; elle se produit au moment des premières ébauches embryonnaires, comme la deuxième phase de contractions protoplasmiques que nous avons signalée, mais ne déforme pas l'œuf et n'a rien de commun avec elle, ni dans ses manifestations, ni dans sa nature; malgré que des cils n'aient pas été trouvés sur les blastomères elle semble devoir dépendre de battements de cils vibratiles. En tout cas ce mouvement de l'œuf du Brochet n'est pas, comme l'auteur l'indique, le premier cas de mobilité signalé chez les embryons de Poissons.

II. *Circulation embryonnaire.* — Les péripéties de l'établissement de la circulation se passent sur le film comme elles ont été rapportées précédemment par deux d'entre nous (2). Nous désirons insister ici sur deux points : l'existence d'une circulation séreuse avant l'établissement d'une circulation globulaire et le rattachement de la circulation vitelline au système porte hépatique. Ces deux points sont admis par Portmann (3) dans un récent travail et le premier a été soutenu d'abord par Ziegler.

Il ne nous paraît pas possible d'admettre qu'une circulation de plasma précède la circulation globulaire. En effet la masse des cellules sanguines qui, jusqu'à l'isolement et la mobilisation des globules, encombre l'aorte, forme un bouchon compact contre lequel bute à chaque pulsation l'ondée

---

(1) W. J. Kasansky, *Der erste Fall einer Beweglichkeit der Fischembryonen in frühen Entwicklungstadien baldnach den Furchung des Eies* (*Zool. Anz.*, 75, 1928, p. 235-240).

(2) P. Wintrebert et Yung-Ko-Ching, *Les premières phases de la circulation chez l'Épinoche* (*C. R. Soc. Biologie*, 101, 1929, p. 1001).

(3) A. Portmann, *Die ersten Stadien des Blutkreislaufs ben Teleostierembryonen* (*Verhandlungen der Naturforsch. Gesellsch.*, 38, 1927, p. 416-426).

plasmique lancée par le cœur, et dès que cette masse est désintégrée et rompue, les globules sont mis en circulation. Le même phénomène se répète pour les masses veinoso-sanguines du tronc; si le sang déjà en circulation dans la veine caudale passe souvent en premier lieu par les veines du tronc, c'est que le bouchon des cellules rouges qu'elles contiennent s'est désagrégé; mais tant que celui-ci persiste, aucune circulation plasmatique ne peut précéder non plus de ce côté le déplacement globulaire.

La circulation vitelline primitive ne semble pas d'autre part pouvoir être rattachée au système porte hépatique pour la raison que celui-ci n'est pas encore constitué à l'époque où elle se produit. Même dans les genres *Cottus*, *Gobius*, etc., où la veine vitelline fait suite, dans la région du foie, à la veine sous-intestinale, aucun système porte n'existe et dans les groupes où la circulation vitelline reçoit l'apport d'artères, anale ou mésentériques, et où le réseau vitellin est de plus en plus irrigué par du sang artériel comme chez l'Épinoche, la question ne peut se poser, même en considérant qu'une anastomose existe entre le réseau vitellin et la veine sous-intestinale; car le sang, comme le montre le film et comme l'a bien vu Anthony [1], ne se dirige pas vers le foie, mais vers la veine vitelline dont le courant croît de plus en plus. Comment du reste pourrait-on rattacher à un système porte hépatique la première circulation veineuse vitelline du Cyprin doré [2] qui ne dépend que des canaux de Cuvier?

Le problème de la formation du système porte hépatique ne se pose que plus tard, au moment où le foie est constitué.

BIOLOGIE. — *Sur l'origine infectieuse des microorganismes des Aphides.* Note [3] de M. A. **Paillot**, présentée par M. P. Marchal.

Nous avons montré [4] que la symbiose, chez certains Aphides, *Aphis rosæ* et *Schizoneura lanigera* notamment, devait être considérée comme un cas particulier d'immunité antimicrobienne humorale. Poursuivant nos

---

(1) Anthony, *Recherches sur le développement de la circulation chez l'Épinoche* (*Arch. de Zool. expér.*, 57, 1918, p. 1-47).

(2) Wintrebert, *Sur la première circulation veineuse du Cyprin doré* (*Comptes rendus*, 147, 1908, p. 85).

(3) Séance du 17 juillet 1929.

(4) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1118.

recherches sur d'autres espèces d'Aphides, nous avons mis en évidence des faits qui tendent à démontrer l'origine infectieuse des microorganismes symbiotiques.

Le cas présenté par un Puceron du Fraisier non identifié jusqu'ici (*Aphis*

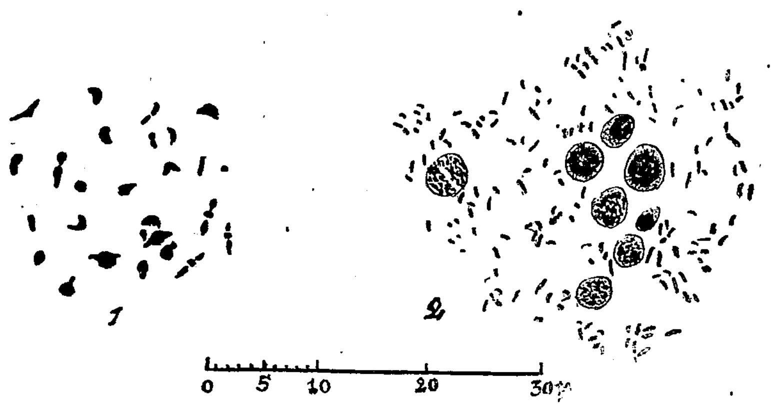


Fig. 1. — Microorganismes symbiotiques du Puceron du Fraisier (*Aphis* sp.). 1, formes de passage dans l'œuf d'hiver; 2, bacilles et symbiotes normaux de femelle sexuée (la figure représente une portion de champ microscopique de frottis obtenu en dilacérant le corps d'une femelle et colorant au Giemsa).

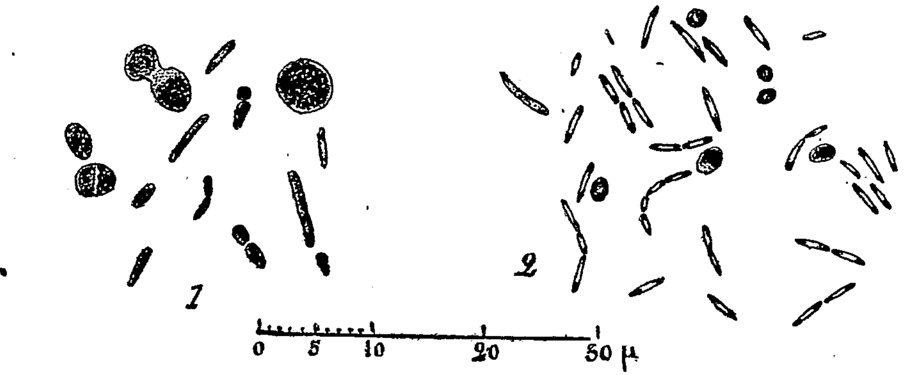


Fig. 2. — Microorganismes symbiotiques d'*Aphis mali*. 1, bacilles et formes de passage dans l'œuf d'hiver; 2, bacilles et symbiotes normaux de femelle sexuée (la figure représente une portion du champ microscopique d'un frottis obtenu en dilacérant le corps d'une femelle et colorant au Giemsa).

sp.) est particulièrement intéressant. La génération sexuée apparaît vers la fin de l'automne, en novembre, dans la région lyonnaise; les femelles examinées au moment de la ponte étaient toutes en état d'infection microbienne; les Bacilles se rencontrent aussi bien dans le sang que dans les mycétocytes : ce sont des bâtonnets minces mesurant en moyenne 1 à $1^{\mu},5$

de longueur; ils sont plus colorables aux deux pôles que dans la partie moyenne. Les mêmes bacilles se rencontrent dans les œufs déposés sur le pédoncule des feuilles de Fraisiers, mais en proportion moins grande que dans le corps des femelles. Outre les formes bacillaires et les éléments arrondis ordinaires, on rencontre en plus ou moins grand nombre des formes de passage représentées par des Bacilles renflés au centre ou à une extrémité (*fig.* 1, 4). C'est là une nouvelle preuve de l'origine bactérienne des soi-disant formes-levures. A l'éclosion des larves, au printemps, on ne rencontre plus ni Bacilles, ni formes de passage; les microorganismes symbiotiques sont uniquement représentés par les gros éléments arrondis ou symbiotes qui se multiplient par scissiparité comme tous ceux que nous avons observés jusqu'ici. Les Pucerons parthénogénétiques du Fraisier examinés au cours de l'été n'ont jamais présenté de formes bacillaires; celles-ci semblent donc représenter la forme parasitaire du microorganisme symbiotique et ne se rencontrent guère que chez les individus sexués.

Des faits analogues ont été observés chez le Puceron vert du Pommier (*Aphis mali*); les femelles sexuées déposent leurs œufs vers la fin de l'automne, sur les brindilles de l'année en général; comme celles du Puceron du Fraisier elles apparaissent en état d'infection microbienne; cependant, la proportion des Bacilles n'est jamais aussi élevée que dans cette espèce. Les Bacilles sont représentés par des bâtonnets plus ou moins allongés, colorables aux deux pôles par le Giemsa; ils se décolorent par la méthode de Gram. On observe quelques formes de passage représentées par des Bacilles beaucoup plus gros que les Bacilles normaux, et par des éléments courts et trapus dont la forme se rapproche de plus en plus de celles des symbiotes typiques. Des Bacilles identiques à ceux observés chez les femelles peuvent être observés dans les œufs; on les retrouve également au printemps dans les jeunes larves à l'éclosion, mais ils disparaissent peu après et, dans les générations parthénogénétiques d'été, on ne rencontre plus que les formes dites levures. Tout se passe donc, dans cette espèce, comme dans celle du Fraisier, avec cette différence toutefois que les éléments bacilliformes disparaissent plus tard.

Ces faits montrent que les symbiotes peuvent faire retour à la forme bactérienne, c'est-à-dire à la forme que l'on peut considérer comme originelle. Ce retour coïncidant avec la reprise de l'activité sexuelle, il est possible qu'il existe une corrélation entre les deux phénomènes, mais il est possible aussi que l'apparition des éléments bacilliformes soit conditionnée surtout par l'action des facteurs externes, en particulier par celle des fac-

teurs météorologiques. Les observations ultérieures nous permettront sans doute de déterminer l'importance relative du rôle de ces facteurs intrinsèques et extrinsèques.

CHIMIE ORGANIQUE ET BIOLOGIQUE. — *Transformation diastasique de l'acide urique en acide allantoïque* (1). Note (2) de MM. **R. Fosse**, **A. Brunel** et **R. de Graeve**, présentée par M. Émile Roux.

1. Quoique l'acide urique n'ait pu être décelé chez les plantes (3) et que son origine biochimique soit considérée comme de nature exclusivement animale, le suc de nombreux végétaux l'attaquent et, ouvrant ses deux noyaux hétérocycliques, donnent l'acide allantoïque :

$$\mathrm{CO}\begin{cases}\mathrm{NH-CO} \\ \quad\quad\ \ \mathrm{C-NH} \\ \quad\quad\ \ \| \\ \mathrm{NH-C-NH}\end{cases}\!\!\!>\mathrm{CO} \rightarrow \mathrm{NH^2.CO.NH-}\underset{}{\overset{\mathrm{COOH}}{\mathrm{CH}}}\mathrm{-NH.CO.NH^2}.$$

2. Les graines fraîches de légumineuses, servant à l'alimentation de l'homme (petit pois, haricot, fève), possèdent une puissance de transformation de l'acide urique en acide allantoïque des plus nettes.

Expériences. — On place à l'étuve à 40-42° les milieux :

	E_1.	T_1.	E_2.	T_2.
Urate de K à $1^g,008$ pour 1000^{cm^3}....	100^{cm^3}	100^{cm^3}	100^{cm^3}	100^{cm^3}
Suc de petit pois..................	20^{cm^3}	-	20^{cm^3}	-
Même suc bouilli..................	-	20^{cm^3}	-	20^{cm^3}
S. carb. d'ammonium..............	-	-	$0^g,12$	$0^g,12$
Toluène.........................	1^{cm^3}	1^{cm^3}	1^{cm^3}	1^{cm^3}

Caractérisation et dosage de l'acide allantoïque. — Les milieux d'expériences développent, après 38 heures, une forte réaction colorée glyoxylique de l'acide allantoïque, tandis que les témoins restent incolores. On dose l'acide allantoïque par la méthode déjà décrite (4).

(1) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 106, 426, 1067, 1418 et 1632.
(2) Séance du 17 juillet 1929.
(3) F. Czapek, *Bioch. der Pflanzen*, 3e édition, 3, 1925, p. 193.
(4) R. Fosse, A. Brunel et P. de Graeve, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1418.

	Durée (heures).	UX² pour 5cm³.	Acide allantoïque pour 1000cm³.	Acide urique transformé Théorie : 0g,971/1000. par litre.	Pour 100g.
E_1 sans carb. amm.	86	0g,0029	0g,120	0g,116	11,95
	134	0,006	0,251	0,240	23.80
	206	0,00875	0,366	0,35	36,04
E_2 avec carb. amm.	62	0,0074	0,310	0,296	30,48
	86	0,01027	0,430	0,411	42,33
	134	0,01600	0,670	0,640	63,49
	206	0,01969	0,805	0,787	81,11
T_1 et T_2	206	0	0	0	0

Identification de l'acide allantoïque. — Sous la forme de son sel d'argent, trouvé Ag pour 100 : 38,04 ; théorie pour $(NH^2.CO.NH)^2CH.COOAg$, Ag pour 100 : 38,12.

3. *Formation de l'acide allantoïque par fermentation de l'acide urique sous l'influence du* Soja Hispida. — On place à l'étuve à 40°-42° les huit milieux :

	E_1.	T_1.	E'_1.	T'_1.	E_2.	T_2.	E'_2.	T'_2.
Urate de K : 1g,008 pour 1000	100cm³	100cm³	100cm³	100cm³	100cm³	100cm³	100cm³	100cm³
Soja pulvérisé	1g	0	1g	0	1g	0	1g	0
S. carb. ammonium.	0g,1	0g,1	0g,1	0g,1	0	0	0	0
Toluène	1cm³	1cm³	1cm³	1cm³	1cm³	1cm³	1cm³	1cm³
Circulation d'air	0	0	+	+	0	0	+	+

Dosage de l'acide allantoïque :

	Durée.	UX² pour 5cm³.	Acide urique transformé pour 1000cm³. Th. 1g,008.	Acide urique transformé pour 100g.	Acide allantoïque pour 1000cm³.
E_1	96h	0g,0095	0g,380	37,70	0g,398
E_1	130	0,0160	0,640	63,49	0,670
E'_1	48	0,0152	0,600	59,32	0,636
E_2	96	0,0064	0,250	24,80	0,268
E_2	130	0,0104	0,416	41,26	0,435
E'_2	48	0,003	0,120	11,89	0,125
T_1, T'_1, T_2, T'_2		0	0	0	0

Identification de l'acide allantoïque — 1° Sous la forme de son dérivé xanthylé, trouvé N pour 100 : 10,35, théorie N pour 100 : 10,44 ; 2° sous la forme de son sel d'argent, trouvé Ag pour 100 : 38,20 et 38,09, théorie Ag pour 100 : 38,12.

4. Nous avons pu provoquer cette fermentation par les semences de légumineuses récoltées en 1928 : *Cicer arietinum* L., *Dolychos lablab, Faba vulgaris*, *Genista scoparia*, *Glycina soja* Sieb et Zucc., *Lathyrus sylvestris; Medicago sativa, Melilotus alba* Desr., *Melilotus officinalis* Lam., *Phaseolus lunatus*, *Phaseolus multiflorus*, *Phaseolus mungo*, *Phaseolus vulgaris* (flageolet, haricot princesse à rames), *Pisum elatius, Pisum sativum* Bieb, *Soja hispida*, *Soja hispida* var. *nigra*, *Spartium junceum*.

5. *La fermentation allantoïque de l'acide urique* est l'œuvre de deux diastases : l'une, appartenant à la classe des oxydases de G. Bertrand, dégrade l'acide urique en allantoïne, comme l'uricase des animaux; l'autre, dont nous avons fait connaître l'existence chez des végétaux et des animaux, produit l'acide allantoïque par simple fixation d'eau sur l'allantoïne.

$$\begin{array}{l} NH-CO \\ CO \quad C-NH \\ NH-C-NH \end{array}\!\!\Big\rangle CO \xrightarrow[-CO^2]{+H^2O+O} \begin{array}{l} NH^2 \\ CO \quad CO-NH \\ NH-CH-NH \\ \quad COOH \end{array}\!\!\Big\rangle CO$$

$$\xrightarrow{+H^2O} NH^2.CO.NH-\overset{|}{CH}-NH.CO.NH^2$$

La séance est levée à 16h 10m.

É. P.

ERRATA.

(Séance du 3 juin 1929.)

Note de M. *E. Prévot*, Détermination du zéro international des altitudes, compte tenu de la loi de variation du niveau moyen annuel de la mer :

Page 1486, 1re ligne du texte, *au lieu de* Dès 1894, *lire* Dès 1864.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LES SÉANCES DE MAI (*suite et fin*).

Les Arachnides de France, par EUGÈNE SIMON, tome sixième, 3[e] partie contenant le *Synopsis général* et le *Catalogue des espèces françaises de l'ordre des Araneæ*. Paris, L. Mulo, 1929; 1 vol. 23[cm]. (Présenté par M. Gravier.)

Pour supprimer ce crime : La Guerre. Plan Henri Demont de 1908 *développé et proposé aux Alliés en* 1918, par HENRI DEMONT. Paris, Union universelle pour supprimer ce crime : La Guerre, 1928; 1 vol. 18[cm].

Comment résoudre le problème sexuel du Coprin micacé? par RENÉ VANDENDRIES in *Bulletin de la Société royale de Botanique de Belgique*. Tome LXI, fasc. 2, 1929; 1 fasc. 25[cm],5.

La vie des nuages. Méthode explicative pour suivre leur évolution, par MARCEL JOBELOT. Paris, Les Étincelles, s. d.; 1 fasc. 18[cm]. (Présenté par M. Brillouin.)

L'électron et les applications de l'électricité, par MARCEL BOLL. Paris, Albin Michel, 1929; 1 vol. 19[cm]. (Présenté par M. Émile Borel.)

Flore générale de l'Indochine. Tome cinquième, fasc. 8. *Moracées (fin)*; *Urticacées*, par F. GAGNEPAIN. Paris, Masson et C[ie], 1929; 1 fasc. 25[cm],5.

Centenaire de A.-L. Breguet. *Congrès national de Chronométrie*, tenu à l'Observatoire de Paris, du 22 au 27 octobre 1923. Paris, les Presses universitaires de France, 1926; 1 vol. 27[cm].

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 JUILLET 1929.

PRÉSIDENCE DE M. LOUIS MANGIN.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches dans la série des phénylindènes. Extension de la réaction de Wolff à la préparation directe d'un hydrocarbure hydrindénique à partir de la cétone correspondante.* Note [1] de MM. **Charles Moureu, Charles Dufraisse** et **Paul Gagnon.**

En 1912, Wolff [2] décrivit une intéressante réaction qui consistait à réduire les aldéhydes et les cétones, avec production directe de l'hydrocarbure saturé correspondant. En principe cette réaction, qui est d'ailleurs une variante d'une réaction donnée par Staudinger et Kupfer [3], revient à la destruction des hydrazones avec libération d'azote suivant l'équation

$$RR'C = N - NH^2 \rightarrow RR'CH^2 + N^2.$$

Ce processus n'est pas sans rappeler la destruction des diazoïques : si l'on fait abstraction de la distribution des valences de l'azote, on a, en effet, les deux schémas analogues :

$$RR'C[N^2]H^2 \rightarrow RR'CH^2 + N^2$$

et

$$Ar[N^2]X \rightarrow ArX + N^2.$$

En réalité, ainsi qu'on le verra plus loin, il y a des raisons de supposer qu'un tel rapprochement n'est peut-être pas justifié et que la réaction de Wolff ne se présente pas sans doute sous la forme simple ci-dessus. Quoi qu'il en soit,

---

(1) Séance du 22 juillet 1929.

(2) L. Wolff, *Ann. der Chem.*, 394, 1912, p. 86.

(3) Staudinger et Kupfer, *D. Ch. Ges.*, 44, 1911, p. 2204.

cette méthode de préparation est fort intéressante et elle n'a pas encore reçu toutes les applications qu'elle mérite.

Nous avons reconnu qu'elle était avantageusement applicable à l'obtention d'un hydrocarbure hydrindénique, le 1.1-diphénylhydrindène (I) :

$C(C^6H^5)^2$ — CH^2 — CH^2 (I).

$C(C^6H^5)^2$ — CH^2 — CO (II).

Il suffit de traiter, en tube scellé, l'hydrazone de la γ.γ-diphényl-α-hydrindone (II) par de l'éthylate de sodium à une température voisine de 200° pour obtenir avec d'excellents rendements l'hydrocarbure saturé. Toutefois quelques précautions sont indispensables : l'une d'elle doit être soulignée car elle est de nature à éclairer le mécanisme de la réaction. Il est avantageux de préparer l'éthylate dans le tube à réaction lui-même et même après le scellement : pour cela, on introduit le sodium métallique avec les cristaux d'hydrazone, quant à l'alcool on le met au-dessus dans un petit tube à part, en vue d'empêcher le contact avec le métal avant scellement. Cette précaution, d'après l'explication donnée, devrait ses bons effets à ce qu'elle évite l'action nocive de l'humidité. Cette raison n'est pas invraisemblable, mais une autre interprétation peut être envisagée.

On vient de voir, en effet, que l'attaque de l'alcool par le sodium a lieu au contact de la matière, laquelle se trouve ainsi exposée à l'action de l'hydrogène naissant. Il peut donc se produire une hydrogénation. Effectivement on constate à l'ouverture du tube une forte odeur ammoniacale. S'agit-il là d'une réaction accessoire? Nous ne l'avons pas encore vérifié; mais l'indice est suffisant pour éveiller quelques doutes sur le mécanisme proposé par Wolff, d'autant que les alcoolates alcalins sont, surtout à chaud, des agents hydrogénants énergiques.

La semicarbazone, traitée comme l'hydrazone, donne des résultats analogues, à la condition d'être chauffée plus longtemps.

La réaction de Wolff nous a permis d'atteindre directement un hydrindène, alors qu'il n'existait jusqu'ici d'autre moyen d'y parvenir qu'en passant par l'hydrocarbure éthylénique, par l'indène correspondant. Cette appréciable simplification facilitera l'étude des hydrindènes.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Action de l'eau de mer à doses minuscules sur la fermentation.* Note (¹) de MM. **Charles Richet** et **Michel Faguet.**

Nous avons repris avec l'eau de mer les expériences que l'un de nous avait instituées sur l'action des sels métalliques à doses minuscules. La méthode consiste dans le titrage acidimétrique d'un bouillon de culture contenant du lactose et dans lequel on fait fermenter pendant 24 heures, à 40°, un ferment lactique habitué (²).

La mesure de l'acidité formée mesure l'activité du ferment.

Nous avons essayé alors de voir quelle était l'influence de l'eau de mer sur cette fermentation. L'eau de mer employée fut celle de la Méditerranée, qui nous fut obligeamment envoyée par notre confrère Richard, du Musée Océanographique de Monaco.

Nous avons comparé aussi cette eau de mer naturelle à une eau de mer artificielle composée ainsi (par litre) :

$NaCl$	28^g,90
SO^4Mg	2,80
$MgCl^2$	2,35
SO^4Ca	0,90
KCl	0,80

Supposons la quantité d'acide formé dans les tubes témoins, égale à 100, déduction faite de l'acidité initiale pour tous les tubes. Il s'agit ici d'une moyenne d'environ 50 dosages pour chaque chiffre.

A. — *Eau de mer naturelle.*

Proportion d'eau de mer pour 100.	Quantité d'acide formé.		Proportion d'eau de mer pour 100.	Quantité d'acide formé.
50	87		10^{-6}	102
5	123		10^{-7}	101
10^{-2}	127		10^{-8}	120
10^{-3}	111	115	10^{-9}	106
10^{-4}	119		10^{-10}	105
10^{-5}	101		10^{-11}	99

(¹) Séance du 22 juillet 1929.

(²) La méthode est indiquée avec tous les détails nécessaires par Ch. Richet, *Travaux du Laboratoire de Physiologie*, 6, 1909, p. 295-372.

B. — *Eau de mer artificielle.*

Proportion d'eau de mer pour 100.	Quantité d'acide formé.		Proportion d'eau de mer pour 100.	Quantité d'acide formé.
50........	91		10^{-6}..........	102
5...........	106	115	10^{-7}..........	100
10^{-2}..........	110		10^{-8}..........	?
10^{-3}..........	96		10^{-9}..........	105
10^{-4}..........	116		10^{-10}..........	100
10^{-5}..........	101		10^{-11}..........	101

Ainsi, il y a :

1° Un premier ralentissement (89) à 50 pour 100 d'eau de mer;

2° Une première accélération (118) à 10^{-4} pour 100;

3° Un second arrêt ou ralentissement (101) à 10^{-6} pour 100;

4° Une seconde accélération (105) à 10^{-10} pour 100.

Cette seconde accélération correspond à la quantité minuscule de 10^{-9} ou 10^{-10}. Et elle n'est pas douteuse, puisqu'elle porte sur 118 dosages.

En prenant la moyenne de ces diverses expériences et en supposant toujours égale à 100 l'acidité de la liqueur témoin, nous voyons qu'il y a une courbe qui présente deux maxima, un premier maximum à une dose d'environ $\frac{1}{100}$ d'eau de mer. Puis, en examinant ce qui se passe quand la quantité d'eau de mer est de moins en moins forte, on aperçoit une dépression de la courbe, et la fermentation est légèrement ralentie ou égale à celle des témoins.

Après ce ralentissement, il y a *un second maximum* qui correspond à des doses extrêmement faibles, c'est-à-dire un milliardième d'eau de mer.

Les expériences sont assez nombreuses pour que nous puissions affirmer le fait, mais il ne faut pas en être trop surpris, car il s'agit encore, alors, même à cette dose impondérable, de milliards de molécules.

D'ailleurs, dans des expériences antérieures, Ch. Richet avait trouvé ces mêmes deux maxima correspondant à des doses aussi faibles pour les sels de lithium, de cobalt, de platine, de thorium, d'argent, de baryum, de lanthane, de vanadium, etc. Il concluait qu'il y a deux périodes d'accélération précédées de deux périodes de ralentissement; ralentissement primaire dû à l'action toxique du sel métallique, accélération primaire due à la stimulation par une dose faible du même sel. Après cette période d'accélération primaire s'observe une période de ralentissement secondaire, période qui est elle-même suivie d'une période d'accélération secondaire.

Avec l'eau de mer nous retrouvons exactement les mêmes lois.

Tout se passe comme si, par l'action des sels métalliques, il y avait deux influences successives ayant le même caractère que toutes actions s'exerçant à doses décroissantes sur une fonction physiologique; d'abord arrêt; puis ralentissement; puis accélération.

On peut donc découvrir, quand les doses vont en décroissant toujours, deux influences successives, chacune de ces influences étant caractérisée par ralentissement, puis accélération. Il est permis de faire cette hypothèse que la première influence est d'ordre chimique, c'est celle que tous les observateurs ont constatée. Mais, comme en général ils se sont arrêtés là, ils n'ont pas pu observer la période de ralentissement et d'accélération secondaires. Est-ce qu'à une influence chimique succéderait une autre influence, celle des ions libérés quand les doses deviennent extrêmement faibles ?

S'agit-il de l'action des sels de Na, de K ou de Mg? Ou bien de celle d'autres métaux contenus certainement dans l'eau de mer, mais à doses tellement faibles qu'on n'a pas de procédés chimiques capables de les constater? Si l'on avait du chlorure de sodium *absolument pur*, la question pourrait être jugée. Nous préparons des expériences à cet effet.

Quoi qu'il en soit de toute hypothèse, nous pensons avoir établi que l'eau de mer, à la dose minuscule de 10^{-10}, a encore une action sur la fermentation lactique.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Le titane dans les animaux.*
Note de M. **Gabriel Bertrand** et Mme **Voronca-Spirt.**

Le titane, présent dans le sol et dans les plantes, se retrouve-t-il dans le corps des animaux et, dans ce cas, en quelles proportions le métal est-il fixé par les organes?

Un chimiste anglais, Rees, a publié en 1835 avoir reconnu du titane au chalumeau en examinant les cendres du sang et des capsules surrénales de l'homme (¹), mais cette assertion a été contredite quelques années plus tard par Marchand (²). A son tour, Baskerville a fait connaître, en 1899, qu'il avait dosé par la méthode de Weller de petites proportions d'acide titanique dans quatre échantillons d'os et de chair provenant de l'homme et

(¹) *Journ. f. prakt. Chem.*, 5, 1835, p. 134.
(²) *Ibid.*, 16, 1839, p. 372.

du bœuf ([1]); cependant ni Shoofs ([2]), ni Lehmann ([3]) n'ont rien trouvé dans la suite en appliquant la même méthode aux divers organes du cobaye et du chat.

Pour apporter une première contribution à la connaissance de cette question controversée et d'un grand intérêt biologique, nous avons réalisé une cinquantaine d'expériences sur des tissus séparés ou des corps entiers appartenant à une vingtaine d'espèces animales, en utilisant la technique qui nous a servi à étudier la présence et la répartition du titane chez les plantes ([4]).

C'est ainsi que nous avons analysé le foie, le cœur, les poumons, les reins, les muscles, parfois le cerveau, la moelle épinière, les poils, le sang du cheval, du veau, du mouton, du porc et du lapin; que nous avons examiné le foie du poulet, le corps entier de divers poissons, crustacés et mollusques. Les prises d'essai ont été uniformément de 100^{g} de matières fraîches. Le tube digestif des poissons a toujours été vidé de son contenu. Les crustacés et les mollusques ont été au préalable débarrassés de leur carapace ou de leur coquille.

Le titane existe dans les animaux, mais en proportions assez nettement différentes selon les organes et selon les espèces.

Dans le cheval, le veau, le mouton et le porc, le foie s'est montré constamment l'organe le plus riche en titane (de $0^{mg},5$ à $0^{mg},6$ par kilogramme frais); le cœur, les poumons et les reins ont accusé des teneurs à peu près égales les unes aux autres et voisines de la moitié de celles du foie; les muscles ne nous ont jamais donné, au contraire, assez de titane pour obtenir une réaction positive avec le peroxyde d'hydrogène. Il en a été de même avec le cerveau, la moelle épinière et le sang.

En opérant sur les organes du lapin, nous nous attendions à rencontrer des résultats analogues. Nous avons eu la surprise de constater que ces organes, y compris le foie, ne renfermaient pas assez de titane pour permettre de déceler sa présence dans les conditions où nous étions placés.

Nous rappellerons que la quantité absolue de $0^{mg},025$ ou plutôt de $0^{mg},03$ de titane était la plus petite que nous pouvions reconnaître. Comme nous opérions sur 100^{g} de tissus frais, cela équivalait à une proportion

---

([1]) *Journ. amer. chem. Soc.*, **21**, 1899, p. 1099.
([2]) *Bull. Ac. Méd. de Belgique*, 5e série, **2**, 1922, p. 473.
([3]) *Chem. Zeitung*, **51**, 1927, p. 793.
([4]) *Comptes rendus*, **188**, 1929, p. 1109, et **189**, 1929, p. 73.

voisine de $0^{mg},3$ par kilogramme. C'est déjà la proportion que nous avons rencontrée dans le cœur, les poumons et les reins des quatre premiers mammifères étudiés plus haut.

Par contre, les poils prélevés sur des peaux de lapin qui avaient été soigneusement lavées au savon, rincées et séchées, ont fourni la proportion relativement grande de $2^{mg},2$ de titane par kilogramme.

Le foie du poulet ne nous a pas donné de résultat positif. Nous n'avons pas examiné les plumes du même animal, craignant de ne pouvoir les débarrasser, à cause de leur contexture, des poussières minérales, peut-être titanifères, qui devaient les souiller.

Dans le corps de l'éperlan, du maquereau, de la carpe, du hareng et du merlan, nous avons trouvé des teneurs croissantes de $0^{mg},3$ à $0^{mg},9$ de titane par kilogramme de matière fraîche.

Les crustacés et les mollusques sont encore plus riches en titane que les poissons : dans le tourteau, l'ensemble des tissus mous renferme 6^{mg} de métal par kilogramme frais; dans la langoustine, la masse musculaire de la queue, ou, plus exactement, de l'abdomen, en contient $1^{mg},2$ et les organes réunis de la tête et du thorax jusqu'à $32^{mg},5$; enfin, nous avons dosé dans l'escargot de Bourgogne et le petit-gris $0^{mg},6$, dans la coquille Saint-Jacques $1^{mg},8$, dans l'huître portugaise et la coque 3^{mg}, dans la moule 6^{mg}, par kilogramme de matière fraîche retirée de la coquille. Les chiffres trouvés dans les cas du tourteau et des organes antérieurs de la langoustine sont peut-être un peu forts, car il n'a pas été possible de procéder à un nettoyage parfait des tissus examinés; il en est peut-être aussi de même, mais à un moindre degré, dans le cas des mollusques marins, mais ces chiffres doivent être tenus comme valables pour les muscles de la langoustine, faciles à nettoyer, et pour les deux espèces d'escargots, extraites de leurs coquilles pendant le sommeil hivernal.

Il y a donc lieu d'admettre la présence du titane dans les animaux comme établie et de compter désormais ce métal dans la liste des éléments ordinaires de la matière vivante.

MÉDECINE. — *Sur les rapports du Spirochète récurrent marocain* Sp. hispanicum *var.* marocanum) *avec le porc-épic*. Note (¹) de MM. **Charles Nicolle, Charles Anderson** et **Jacques Colas-Belcour**.

Sp. hispanicum est l'agent de la fièvre récurrente espagnole; il est transmis par *Ornithodorus marocanus*.

Nous avons trouvé un spirochète du même groupe, sinon identique (les spirochètes, classés dans une même espèce, ne sont jamais identiques entre eux), chez des *Orn. marocanus*, capturés dans des terriers de petits rongeurs sauvages de Mansouria (entre Rabat et Casablanca). Nous avons nommé ce spirochète *Sp. hispanicum* var. *marocanum*. La caractéristique des spirochètes du groupe *hispanicum* est leur pouvoir hautement pathogène pour le cobaye.

L'existence, chez l'homme, au Maroc, d'une fièvre récurrente à tiques, analogue ou identique à la récurrente espagnole, devenait tout à fait probable. Des recherches, dirigées dans ce sens à notre prière par nos confrères marocains, ont vite démontré cette existence.

A la suite de ces constatations, nous avons émis l'opinion que les petits rongeurs sauvages, répandus avec abondance dans tout le sous-sol marocain, constituaient le réservoir du virus.

A cette conception, P. Delanoë en a opposé une autre (²). Ayant constaté l'abondance *d'Orn. marocanus* dans les terriers de porcs-épics de la région de Doukkala (Maroc) et la très fréquente infection des tiques de ces terriers par un spirochète du groupe *hispanicum*, il a émis l'hypothèse que le réservoir naturel du virus était le porc-épic. Cette opinion ne nous a pas paru acceptable, en raison de la rareté du porc-épic dans tous les pays où cet animal se rencontre et de l'éloignement où sont ses terriers des agglomérations humaines, tandis que les petits rongeurs sauvages viennent au contact de l'homme et des habitations.

M. Delanoë n'apportait pas d'ailleurs, à l'appui de sa conception, la preuve nécessaire de la sensibilité du porc-épic au spirochète hébergé par ses ornithodores. Trois essais d'infection de porcs-épics par le virus, tentés par lui, avaient échoué. On pouvait objecter à ces résultats négatifs (et

(¹) Séance du 17 juillet 1929.

(²) P. Delanoë, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1013, et *Arch. Inst. Pasteur Tunis*, 18, II, 1929, p. 133.

M. Delanoë n'avait pas manqué de formuler cette objection) que les échecs étaient dus à ce que les porcs-épics inoculés avaient présenté antérieurement une atteinte naturelle de spirochétose, ayant laissé à sa suite une immunité.

On rencontre le porc-épic en Tunisie dans les régions montagneuses. Il y vit dans des terriers isolés, toujours à distance des agglomérations humaines. La présence d'ornithodores n'a pas été, jusqu'à présent, reconnue dans ces terriers. D'autre part, *Orn. marocanus* est inconnu dans la Régence. Par contre, des tiques voisines parasitent constamment les terriers des petits rongeurs sauvages. Ces tiques, *Orn. erraticus*, *Orn. normandi*, hébergent fréquemment des spirochètes récurrents, distincts de *Sp. hispanicum* et de ses variétés marocaines. La fièvre récurrente à tiques (espagnole, marocaine) est inconnue en Tunisie.

Nous avons pu nous procurer un jeune porc-épic de la région du Djebel Ressas (Montagne de Plomb) au sud-est de Tunis et nous avons pratiqué, avec cet animal, les recherches suivantes :

I. Recherche de l'infection naturelle a spirochètes chez notre porc-épic :

1. *Par l'examen de son sang à l'ultramicroscope.* — Des examens quotidiens, pratiqués du 21 mai au 25 juin 1929, n'ont permis d'y constater la présence d'aucun spirochète.

2. *Par l'inoculation de son sang au cobaye.* — Un cobaye, inoculé le 22 mai et suivi pendant un mois, n'a jamais présenté de spirochètes aux examens quotidiens de son sang.

II. Recherche de la sensibilité du porc-épic a *Sp. hispanicum* var. *marocanum :*

Le spirochète utilisé est celui que nous avons isolé *d'Orn. marocanus* en provenance de Mansouria (Maroc) et que nous entretenons par passages sur cobayes. Nous avons inoculé à notre porc-épic le sang, très riche en spirochètes, d'un cobaye le 25 juin.

1. *Examen du sang du porc-épic à l'ultramicroscope.* — Négatif du 26 juin au 2 juillet. Le 3 juillet, neuvième jour de l'inoculation, présence de spirochètes rares; le 4 juillet, spirochètes assez rares; le 5 juillet, l'animal est trouvé mort.

2. *Inoculation du sang du porc-épic aux animaux sensibles de laboratoire.* — On inocule le 30 juin, c'est-à-dire trois jours avant l'apparition des spirochètes, le sang du porc-épic à un cobaye, un rat et une souris. Tous trois s'infectent et le cobaye présente la maladie expérimentale, caractéristique des spirochètes du type *hispanicum.*

Conclusions. — 1. Le porc-épic est sensible au virus récurrent d'*Orn. marocanum* des terriers de petits rongeurs sauvages du Maroc.

2. Il joue donc un rôle dans la conservation du virus, suivant l'opinion émise par Delanoë.

3. Contrairement à cette opinion, ce rôle ne peut être que d'importance

très secondaire, étant donnés la rareté du porc-épic et son éloignement des habitations humaines. Le rôle principal appartient aux petits rongeurs sauvages, très nombreux et dispersés dans tout le sous-sol du Maroc et dont les terriers sont au contact des habitations et des hommes. Un certain rôle, plus important que celui des porcs-épics, doit être attribué aux petits rongeurs domestiques, commensaux des habitations et très sensibles au virus.

4. Il serait intéressant de chercher si, en Espagne, il existe des porcs-épics dans les régions où sévit la fièvre récurrente espagnole, si *Orn. marocanus* se rencontre dans ces terriers et s'il y héberge *Sp. hispanicum.*

CORRESPONDANCE.

M. **Jean Mascart**, directeur de l'Observatoire de Lyon, adresse à l'Académie, pour être déposés dans la Bibliothèque de l'Institut, une collection de papiers de l'astronome Jean Chacornac (1823-1873).

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Petru M. Suster. *Contributions à l'étude des Tachinaires en Roumanie.*

2° *La science des plans de villes. Ses applications à la construction, à l'extension, à l'hygiène et à la beauté des villes. Orientation solaire des habitations*, par A.-Augustin Rey, Justin Pidoux, Charles Barde.

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — *Sur les propriétés de certaines familles de courbes.* Note (¹) de M. **Paul Delens**, transmise par M. Goursat

1. L'*équation* de Pfaff $\varpi \equiv \mathbf{p} \times d\mathbf{m} = 0$ d'un faisceau de courbes C sur une surface définit en tout point $\mathbf{m}$ le vecteur covariant [2]

$$(1) \qquad \mathbf{g} \equiv \mathcal{G}(\mathbf{p}) = \left\{ \frac{1}{2} \nabla(\mathbf{p} \times \mathbf{p}) - \operatorname{div} \mathbf{p} . \mathbf{p} + \operatorname{rot} \mathbf{p} . \mathcal{J} \mathbf{p} \right\} : (\mathbf{p} \times \mathbf{p}),$$

(¹) Séance du 17 juillet 1929.

(²) J'emploie pour les paramètres différentiels les notations de Darboux, pour les opérateurs vectoriels (à gauche) les notations de ma Thèse : *Méthodes et Problèmes...* (Paris, Gauthier-Villars, 1927); en particulier, $\mathcal{J}$ représente le verseur droit sur la surface.

géodèse de ce faisceau. A un faisceau $\overline{\varpi} = 0$ coupant le premier sous l'angle θ correspond le géodèse $\overline{\mathbf{g}} = \mathbf{g} + \mathcal{J}\nabla\theta$. Le vecteur de courbure géodésique de C en $\mathbf{m}$ est la projection de $\mathbf{g}$ sur la normale superficielle à C; les trajectoires D du champ $\mathbf{g}$ sont les *directrices* de déplacement parallèles des tangentes aux C et les lignes de striction des surfaces réglées formées par ces tangentes.

Pour le géodèse du faisceau (D), nous poserons $\mathbf{g}^* = \mathcal{G}(\mathbf{g})$.

Pour un gradient $\nabla\alpha$, (1) devient

$$(2)\qquad \mathbf{g} = \mathcal{G}((\nabla\alpha) = \frac{1}{2}\nabla\log\Delta\alpha - \frac{\Delta_2\alpha}{\Delta\alpha}\nabla\alpha,$$

d'où, pour la courbure totale du ds^2, la formule générale

$$(3)\qquad K = \operatorname{div}\mathbf{g} = \frac{1}{2}\Delta_2\log\Delta\alpha - \frac{(\Delta_2\alpha)^2}{\Delta\alpha} - \Delta\left(\alpha, \frac{\Delta_2\alpha}{\Delta\alpha}\right).$$

Les faisceaux de géodésiques, de courbes parallèles, les faisceaux isothermes, sont respectivement caractérisés par $[\mathbf{g}\nabla\alpha] = 0$, $\mathbf{g}\times\nabla\alpha = 0$, $\operatorname{rot}\mathbf{g} = 0$; (3) donne alors des formules connues.

2. Le ds^2 de toute surface peut être mis sous la forme

$$(4)\qquad ds^2 = \omega_1^2 + \omega_2^2,\qquad \omega_1 = \mathbf{a}_1\times d\mathbf{m} = \frac{du}{\cos^n\varphi},\qquad \omega_2 = \mathbf{a}_2\times d\mathbf{m} = \frac{dv}{\sin^n\varphi}.$$

Soit $\mathbf{g}$ le géodèse des faisceaux (B_n) : $\omega_1 = 0$, $\omega_2 = 0$; les lignes B_n sont bissectrices de deux faisceaux (au moins) de courbes C_n et $\overline{C}_n$ coupant sous l'angle $\pm n(\varphi + k\pi)$ les lignes $\omega_2 = 0$. Les lignes C_n ont pour géodèse

$$\mathbf{g}_n = \mathbf{g} + n\mathcal{J}\nabla\varphi = \frac{2n}{\sin 2\varphi}(\nabla\varphi\times\bar{\mathbf{t}})\mathbf{t},\qquad (\mathbf{t} = e^{\mathcal{J}\varphi}\mathbf{a}_1,\ \bar{\mathbf{t}} = e^{-\mathcal{J}\varphi}\mathbf{a}_1).$$

Les directrices D_n de (C_n) coupent donc *sous l'angle* φ les lignes $\omega_2 = 0$; pour les directrices $\overline{D}_n$ de $(\overline{C}_n)$, l'angle est $(-\varphi)$; $\mathbf{t}$ et $\bar{\mathbf{t}}$ sont les tangentes unitaires des courbes $D_n(\alpha = \text{const.})$ et $\overline{D}_n(\beta = \text{const.})$. Par suite

$$(5)\qquad \mathbf{g}_n = 2n\varphi_\alpha\mathcal{J}\nabla\alpha,\qquad \overline{\mathbf{g}}_n = -2n\varphi_\beta\mathcal{J}\nabla\beta,\qquad \mathbf{g}_n - \mathbf{g} = n(\mathbf{g}_n^* - \mathbf{g}),\qquad \ldots,$$

$$(6)\qquad K = n\Theta(\alpha, \beta)\Phi_{\alpha\beta} = \frac{n}{\sqrt{EG - F^2}}\Phi_{\alpha\beta},\qquad (\Phi = 2\varphi)$$

(les indices α, β indiquant des dérivées partielles).

Pour $n = 1$, les courbes C_1 et $\overline{C}_1$ sont géodésiques, les B_1 coniques géodésiques. Pour $n = -1$, les courbes C_{-1} et $\overline{C}_{-1}$ forment un réseau de

Tchebycheff, pour lequel les équations de Servant sont

$$(7)\qquad \mathcal{G}(\nabla\alpha)\times\nabla\beta=0,\qquad \mathcal{G}(\nabla\beta)\times\nabla\alpha=0;$$

or $\mathbf{g}^{\star}_{-1}=\overline{\mathbf{g}_{-1}}$, donc une famille de courbes de Tchebycheff est donnée par

$$(8)\qquad \mathcal{G}\{\mathcal{G}(\nabla\alpha)\}\times\nabla\alpha=0.$$

3. La forme (4) suppose les lignes B_n telles qu'on ait au moins une solution pour l'équation aux différentielles totales en $z=\cos 2\varphi$

$$(9)\qquad \frac{n}{2}dz=\gamma z+\eta,$$

$$\gamma=\mathbf{g}\times d\mathbf{m}=-g'\omega_1+g\omega_2,\qquad \eta=g'\omega_1+g\omega_2.$$

Les conditions d'intégrabilité complète sont : $\gamma'=0$, $n\eta'=2[\gamma\eta]$, ou

$$g_1=-g'_2=-\frac{n+2}{n}gg'\qquad \left(g_1,\ g'_2 \text{ dérivées pfaffiennes } \frac{\partial g}{\omega_1},\ \frac{\partial g'}{\omega_2}\right);$$

la première, rot. $\mathbf{g}=0$, est la condition d'isothermie des B_n. Quel que soit n, on retrouve l'intégrale première des D_n et C_n,

$$(10)\qquad V\cos^2\varphi-U\sin^2\varphi=c,$$

le ds^2 de la surface étant alors susceptible d'une forme (L_n) :

$$(11)\qquad ds^2=(U+V)^n(du^2+dv^2),$$

$$\mathbf{g}=-\frac{n}{2}\nabla\log(U+V),\qquad K=-\frac{n}{2}(U+V)^{-(n+2)}\{(U+V)(U''+V'')-(U'^2+V'^2)\}.$$

Le type (L_1) caractérise le ds^2 de Liouville, le type (L_2) le ds^2 à réseau de cercles géodésiques orthogonaux.

Pour le ds^2 plan, où l'équation $K=0$ s'intègre indépendamment de n, ceci associe intimement les divers systèmes de courbes précédents : soit par représentation conforme des B_n et D_n, soit avec le même système de directrices des B_n.

4. Les équations de Darboux pour les paramètres α, β des asymptotiques *possibles* s'écrivant, avec $K=-\rho^2$,

$$(12)\qquad \left\{\mathbf{g}-\frac{1}{2}\Theta(\beta,\log\rho)\frac{\mathcal{J}\nabla\beta}{\nabla\beta}\right\}\times\nabla\alpha=0,\qquad \left\{\overline{\mathbf{g}}-\frac{1}{2}\Theta(\alpha\log\rho)\frac{\mathcal{J}\nabla\alpha}{\Delta\alpha}\right\}\times\nabla\beta=0,$$

les géodèses $\mathbf{g}$ et $\overline{\mathbf{g}}$ des faisceaux $\beta=$ const., $\alpha=$ const., sont donnés par

$$(13)\qquad \mathbf{g}+\Omega_\alpha\mathcal{J}\nabla\alpha=\overline{\mathbf{g}}-\Omega_\beta\mathcal{J}\nabla\beta=\frac{1}{2}\nabla\log\rho\times\left\{\frac{(\mathcal{J}\nabla\alpha)^2}{\Delta\alpha}\right\}+\frac{(\mathcal{J}\Delta\beta)^2}{\Delta\beta}\Big\},$$

Ω étant l'angle des asymptotiques. Avec

$$\mathbf{h} \equiv \mathcal{H}(\mathcal{J}\mathbf{p}) = \mathcal{G}(\mathbf{p}) - \frac{1}{2}\left\{\nabla \log\rho \times (\mathcal{J}\mathbf{p})^2\right\} : (\mathbf{p}\times\mathbf{p}),$$

les équations (12) s'écrivent $\mathbf{h}\times\nabla\alpha = 0$, $\overline{\mathbf{h}}\times\nabla\beta = 0$, d'où pour une famille d'asymptotiques (possibles) l'équation $\mathcal{H}\{\mathcal{H}(\mathcal{J}\nabla\alpha)\}\times\nabla\alpha = 0$. Mais les équations (12) et (13) traduisent simplement les courbures géodésiques des asymptotiques données, par les formules connues

$$(14) \qquad g_{+} = \frac{1}{2}(\log\rho)_{\text{I}}\sin\Omega - \Omega_{\text{I}}, \qquad \overline{g} = -\frac{1}{2}(\log\rho)_{\text{II}}\sin\Omega + \Omega_{\text{II}}$$

(I, II, indices de dérivées *dans les directions des asymptotiques*), sur lesquelles nous reviendrons.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la représentation paramétrique semi-régulière des ensembles.* Note [1] de M. **N. Lusin**, transmise par M. Hadamard.

1. *Représentation paramétrique des ensembles.* — Nous dirons qu'un ensemble de points E quelconque situé dans l'espace à m dimensions est *représenté paramétriquement* s'il est le lieu des positions successives d'un point mobile $M(x_1, x_2, \ldots, x_m)$ dont les coordonnées sont des fonctions d'un paramètre variable t définies dans l'intervalle $(0 < t < 1)$:

$$x_1 = f_1(t), \qquad x_2 = f_2(t), \qquad \ldots, \qquad x_m = f_m(t).$$

La représentation paramétrique de E est dite *régulière* si à deux valeurs différentes du paramètre t correspondent deux points distincts de l'ensemble E.

On sait que si les fonctions f_i rentrent dans la classification de M. Baire, E est un ensemble *analytique*. On sait de même que si une représentation paramétrique faite au moyen de fonctions f_i de la classification de M. Baire est régulière, l'ensemble E est nécessairement *mesurable* B.

Nous allons maintenant généraliser la notion de régularité.

2. *Représentation semi-régulière.* — Nous dirons que la représentation paramétrique d'un ensemble quelconque E est *semi-régulière* si à chaque

[1] Séance du 17 juillet 1929.

point de E correspond au plus une infinité dénombrable de valeurs de t.

L'introduction de la notion de semi-régularité est d'autant plus naturelle qu'elle donne lieu à une proposition parfaitement analogue à celle qui concerne la représentation régulière.

Théorème. — *Chaque ensemble* E *admettant une représentation paramétrique semi-régulière faite au moyen de fonctions de la classification de M. Baire est nécessairement mesurable* B.

Nous nous bornons ici à indiquer les principes seuls de la démonstration. Tout d'abord, l'étude du cas général d'un ensemble E situé dans l'espace à m dimensions se réduit, par une transformation simple, à l'étude d'un ensemble E *linéaire* admettant une représentation paramétrique semi-régulière $x = f(t)$ faite au moyen d'une fonction f *continue en chaque point irrationnel*. Cette fonction $f(t)$ sera dite *semi-régulière*.

Voici maintenant le principe de la démonstration : nous commençons par considérer des systèmes Σ_k formés de k intervalles de Baire $\Delta_1, \Delta_2, \ldots, \Delta_k$ sans points communs deux à deux, situés sur $(0 < t < 1)$ et tels que, en désignant par e_i l'ensemble des valeurs de $f(t)$ sur Δ_i, la partie commune $e_1 \times e_2 \times \ldots \times e_k$ est non séparable B du complémentaire CE de E. Si E est non mesurable B, de tels systèmes Σ_k existent effectivement puisque l'intervalle $(0 < t < 1)$ en constitue un $(k = 1)$. Le point essentiel de la démonstration consiste précisément en ce qu'un tel système Σ_k contient sûrement un système Σ_{2k} formé de $2k$ intervalles de Baire, chaque Δ_i contenant deux intervalles de Σ_{2k}, et que le système Σ_{2k} jouit des mêmes propriétés que Σ_k. On en conclut sans peine que, si E est non mesurable B, il existe un nombre x tel que l'ensemble des racines de l'équation $x = f(t)$ a la puissance du continu, ce qui contredit à l'hypothèse de la semi-régularité de $f(t)$. C. Q. F. D.

Comme conséquence de ce théorème, on déduit la proposition suivante de Géométrie :

Théorème I. — *La projection orthogonale* E *d'un ensemble* $\mathcal{E}$ *mesurable* B *situé dans l'espace à m dimensions sur un espace à m' dimensions, $m' < m$, est mesurable* B *si chaque point de* E *est la projection d'une infinité au plus dénombrable de points de* $\mathcal{E}$.

3. *Indices d'arrêt.* — Soit $x = f(t)$ une fonction continue en chaque point irrationnel de $(0 < t < 1)$. Désignons par F_ξ l'ensemble des racines de l'équation $\xi = f(t)$, ξ étant un nombre quelconque. Comme F_ξ est un ensemble fermé dans le domaine des nombres irrationnels, les dérivés de Cantor $F'_\xi, F''_\xi, \ldots, F^{(\alpha)}_\xi, \ldots$, à partir d'un certain moment α, deviennent

identiques : $F_\xi^{(\alpha)} = F_\xi^{(\alpha+1)} = \ldots$. Désignons par α_ξ le plus petit de ces nombres α, nous l'appellerons *indice d'arrêt* correspondant au point ξ. L'indice d'arrêt est un nombre fini ou transfini de seconde classe de Cantor. L'étude des indices d'arrêt est importante. Voici une proposition particulière :

Théorème. — *Si $x = f(t)$ est une fonction semi-régulière, les indices d'arrêt α_x sont bornés dans leur ensemble.*

Comme une conséquence immédiate de cette proposition, nous avons :

Chaque courbe $x = f(t)$ représentée par une fonction f semi-régulière est la réunion d'une infinité dénombrable d'ensembles mesurables B *sans points communs deux à deux, dont chacun est coupé par toute parallèle à l'axe* OT *en un point au plus.*

La transformation d'un espace euclidien à m dimensions en un plan et l'application du théorème précédent nous permettent d'obtenir la proposition suivante de Géométrie :

Théorème II. — *Si $\mathcal{E}$ est un ensemble mesurable* B *dans l'espace à m dimensions tel que chaque point d'un espace à m' dimensions, $m' < m$, ou bien est la projection d'une infinité dénombrable ou d'un nombre fini de points de $\mathcal{E}$, ou bien n'est la projection d'aucun point de $\mathcal{E}$, l'ensemble $\mathcal{E}$ est la réunion d'une infinité dénombrable d'ensembles $\mathcal{E}_1, \mathcal{E}_2, \ldots, \mathcal{E}_n, \ldots$, mesurables* B *sans point commun deux à deux et tels que deux points différents de chacun de ces ensembles ont des projections différentes.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les singularités d'une classe de série de Dirichlet.* Note (¹) de M. **P.-L. Srivastava**, transmise par M. Hadamard.

Nous avons démontré (²) un théorème concernant les singularités finies de la fonction

$$(1) \qquad H(s) = \sum_1^\infty \varphi(\log n)\, n^{-s+1} \qquad (s = \sigma + it),$$

où $\varphi(z)$ est une fonction analytique de $z = \rho e^{i\psi}$ dans l'angle $|\psi| \leq \alpha$

(¹) Séance du 17 juillet 1929.

(²) *Sur les singularités d'une classe de séries de Dirichlet* (*Comptes rendus*, 188, 1929, p. 220).

$\left(\text{où } \alpha \geqq \frac{\pi}{2}\right)$ et vérifie l'égalité $\varphi(z) = O(e^{k\rho})$, où k est une constante dans tout cet angle. Ce théorème n'est plus vrai si $\alpha < \frac{\pi}{2}$ et la question qui se pose naturellement est de savoir si nous pouvons dire quelque chose des singularités finies de $H(s)$ dans ce cas. On peut répondre affirmativement sous certaines restrictions, et cela par le théorème plus général suivant :

Supposons :

a. que $\varphi(z)$ *est fonction analytique de* z *dans l'angle* $|\psi| \leqq \alpha$, *où* $0 < \alpha < \pi$;

b. que

$$\limsup_{\rho \to \infty} \frac{\log|\varphi(\rho e^{i\psi})|}{\rho} = \lambda(\psi),$$

où $\lambda(\psi)$ *est fonction continue de* ψ *pour* $|\psi| \leqq \alpha$;

c. que $\lambda'(\psi)$ *et* $\lambda''(\psi)$ *sont aussi continus dans l'intervalle* $|\psi| \leqq \alpha$, *à l'exception d'un nombre fini de discontinuités de première espèce de* $\lambda'(\psi)$ *telles que*

$$\lambda'\psi(+0) > \lambda'(\psi - 0);$$

d. que $\lambda(\psi) + \lambda''(\psi) > 0$, *sauf dans un nombre fini d'intervalles dans lesquels* $\lambda(\psi) + \lambda''(\psi) \equiv 0$.

Alors $H(s)$, *défini par* (1), *est une fonction régulière de* s *dans la région extérieure à l'enveloppe* Σ *de la famille de droites*

$$(2) \qquad \sigma \cos\psi - t \sin\psi = \lambda(\psi),$$

Les points de Σ *qui correspondent à des discontinuités de* $\lambda'(\psi)$ *sont des points singuliers de* $H(s)$. On ne peut rien dire relativement aux autres points de Σ.

La marche de la démonstration est la suivante. En partant du théorème des résidus de Cauchy, on établit aisément que

$$(3) \qquad H(s) = \varphi(0) + \int_\beta^\infty \varphi(\log x) x^{-(s+1)} dn + \int_\beta^{\infty(\gamma)} \frac{\varphi(\log z) z^{-(s+1)} dz}{e^{-2i\pi z} - 1} + \int_\beta^{\infty(-\gamma)} \frac{\varphi(\log z) z^{-(s+1)} dz}{e^{2i\pi z} - 1},$$

où $1 < \beta < 2$ et où γ est un angle inférieur ou égal à $\frac{\pi}{2}$.

Comme les deux dernières intégrales, au second membre, représentent, ainsi qu'on le voit aisément, des fonctions entières de s, on voit que (3) peut s'écrire sous la forme

$$(4) \qquad H(s) = C(s) + J(s),$$

C(s) étant une fonction entière, avec

$$(5) \qquad J(s) = \int_1^\infty \varphi(\log x)\, x^{-(s+1)}\, dx = \int_0^\infty \varphi(z)\, e^{-sz}\, dz.$$

En vertu de (4), le théorème énoncé se ramène immédiatement à la propriété correspondante de J(s); et celle-ci a été obtenue dans un travail (1) qui doit paraître prochainement. Sa démonstration dépend essentiellement d'une généralisation du théorème de M. Carlson (2) sur le prolongement analytique des séries entières de la forme $\Sigma\varphi(n)z^n$, φ étant une fonction analytique de n.

Comme corollaire, il découle de ce théorème que les droites de convergence et de convergence absolue coïncident toutes deux avec $\sigma = \lambda(0)$, laquelle contient au moins une singularité de la fonction H(s). J'ai lieu de croire que ce résultat subsiste, même sans les restrictions a, b, mais je n'ai pu réussir jusqu'ici à l'établir en dehors du cas de $\alpha \geqq \frac{\pi}{2}$.

Pour donner un exemple, prenons $\alpha < \frac{\pi}{2}$ dans a et $\lambda(\psi) = K|\sin\psi|$, $K > 0$ pour $|\psi| \leqq \alpha$, dans b. Alors $\sigma = 0$ et la ligne de convergence absolue de la série (1) et tout au moins les points $s = \pm ik$ situés sur cette droite sont points singuliers de H(s). H(s) est fonction analytique de s dans la région située à droite de la figure rectiligne délimitée par les droites $\sigma = 0$, $\sigma\cos\alpha \mp t\sin\alpha = k\sin\alpha$.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une équation intégrale.* Note (3) de M. **Radu Badesco**, transmise par M. Hadamard.

Nous nous proposons d'établir dans cette Note le caractère méromorphe, par rapport à la variable λ, de la solution $\Phi(z, y)$ de l'équation intégrale

$$(1) \qquad \Phi(z, \lambda) - \lambda\left\{F(z)\,\Phi(\alpha z, \lambda) + \int_a^b K(z, s)\,\Phi(zs, \lambda)\, ds\right\} = \Psi(z),$$

les fonctions données étant holomorphes dans un cercle C dont le centre est

(1) *On a class of Taylor's series.*

(2) *Sur une classe de séries de Taylor*, Thèse de Doctorat, Upsal, 1914.

(3) Séance du 17 juillet 1929.

à l'origine O du plan z. La solution effective $\Phi(z, \lambda)$ s'écrit [1]

$$\Phi(z, \lambda) = \sum_{m=0}^{\infty} \frac{z^m \varphi_m(\lambda)}{\prod_{i=0}^{m} \left(1 - \frac{\lambda}{\lambda_i}\right)}, \tag{2}$$

pour λ plus petit, en module, que $|\lambda_0|$, borne inférieure de la suite $|\lambda_i|$, et cette série converge dans un certain cercle C_1 du plan z. Nous prolongerons cette solution dans le plan λ en utilisant un résultat déjà obtenu par Browne [2], mais dont il s'est servi pour étudier seulement le cas $|\alpha| < 1$, sans légitimer l'holomorphie par rapport à z. La fonction

$$\Phi_{n-1}(z, \lambda) = \Phi(z, \lambda) \prod_{i=0}^{n-1} \left(1 - \frac{\lambda}{\lambda_i}\right),$$

où $\Phi(z, \lambda)$ est la solution de l'équation (1), peut être mise sous la forme

$$\Phi_{n-1}(z, \lambda) = \sum_{p=0}^{n-1} \lambda^p \xi_p(z) + \lambda^n u_n(z, \lambda),$$

$u_n(z, \lambda)$ vérifiant l'équation intégrale

$$u_n(z, \lambda) - \lambda \left\{ F(z) u_n(\alpha z, \lambda) + \int_a^b K(z, s) u_n(zs, \lambda) ds \right\} = z^n \Psi_n(z) \tag{3}$$

et les $\xi_p(z)$ et $\Psi_n(z)$ étant formées par récurrence à partir de $\Psi(z)$.

Notons que l'holomorphie de $\Phi_{n-1}(z, \lambda)$ est équivalente à celle de $u_n(z, \lambda)$, car la somme $\sum_{p=0}^{n-1} \lambda^p \xi_p(z)$ est holomorphe par rapport aux deux variables respectivement dans tout le plan λ et dans C.

Ceci posé, nous introduirons certaines fonctions holomorphes D de λ, analogues à la fonction déterminante de Fredholm, en partant de l'expression analytique des pôles λ_i de la solution formelle (2).

Premier cas : $|\alpha| < 1$. — $D(\lambda)$ est représentée par le produit infini

$$\prod_{i=0}^{\infty} \left(1 - \frac{\lambda}{\lambda_i}\right) e^{\frac{\lambda}{\lambda_i}}$$

qui converge dans tout le plan λ. C'est une fonction entière de λ.

---

[1] *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 217.

[2] *Thèses*, Paris, 1913, p. 95.

Deuxième cas : $|\alpha| = 1$. — Les points d'accumulation de la suite λ_i sont tous situés sur un cercle Γ, de centre O_λ et de rayon $R = 1 : |F(o)|$. En désignant par γ_i une suite de points de la circonférence Γ, tels que $\lim_{i=\infty}(\lambda_i - \gamma_i) = 0$, $D(\lambda)$ sera représentée par le produit infini

$$\prod_{i=0}^{\infty} \frac{\lambda - \lambda_i}{\lambda - \gamma_i} e^{\frac{\lambda_i - \gamma_i}{\lambda - \gamma_i}}$$

qui converge à l'intérieur de Γ [1]. C'est une fonction holomorphe de λ dans Γ, mais qui ne reste pas bornée quand on s'approche de la frontière Γ.

Prolongement de $\Phi(z, \lambda)$. — Considérons l'équation (3); en posant

$$u_n(z, \lambda) = z^n V_n(z, \lambda) = z^n \sum_{m=0}^{\infty} z^m u_m^{(n)}(\lambda)$$

et divisant cette équation par z^n, la solution $V_n(z, \lambda)$ sera représentée par un développement en z, valable à l'intérieur de C_1, pour $|\lambda| < |\lambda_{n+\sigma_n}|$, qui est la borne inférieure de la suite $|\lambda_j|$ $[j = n, n+1, \ldots]$. On voit que les pôles $\lambda, \lambda_1, \ldots, \lambda_{n-1}$ ne figurent plus « formellement » dans le développement de $V_n(z, \lambda)$. Donc, prenant n assez grand, nous pouvons dépasser ainsi tout pôle λ_m choisi d'avance [2], car la suite $|\lambda_{n+\sigma_n}|$ croît avec n.

Donc *la fonction* $\Phi(z, \lambda)$ *est méromorphe par rapport à* λ *dans tout le plan si* $|\alpha| < 1$, *ou dans* Γ, *si* $|\alpha| = 1$, *les pôles étant les* λ_i.

Premier cas : $|\alpha| < 1$. — La fonction $X(z, \lambda) = D(\lambda)\Phi(z, \lambda)$, — où $D(\lambda)$ est la fonction déterminante correspondante, — peut être prolongée analytiquement en tout point du plan λ [3]; c'est une fonction entière de λ.

Deuxième cas : $|\alpha| = 1$. — Ce cas mérite plus d'attention, car $\Phi(z, \lambda)$ possède des singularités essentielles sur Γ, qui sont des points d'accumulation de la suite λ_i. Si l'argument de α est un nombre irrationnel, Γ est une coupure au sens de Weierstrass pour $\Phi(z, \lambda)$.

Pour étudier cette fonction en dehors de Γ, où peuvent exister encore des pôles λ_i, par l'inversion $\lambda = R^2/\nu$, on obtient l'équation intégrale

$$\nu\Phi_1(z, \nu) - R^2 \left\{ F(z)\Phi_1(\alpha z, \nu) + \int_a^b K(z, s)\Phi_1(zs, \nu)\, ds \right\} = \varkappa\Psi(z),$$

---

(1) Voir E. Picard, *Traité d'Analyse*, 2, 1893, p. 145.

(2) Si $|\alpha| = 1$, on doit avoir $|\lambda_m| < 1 : |F(o)|$.

(3) Sauf peut-être sur l'ensemble de points λ_i, mais on peut facilement à l'aide de la relation de récurrence équivalente à (1) d'introduire la continuité en ces points.

que l'on étudie de la même manière que (1). On voit qu'en général, $\Phi_1(z, \nu)$ a un zéro simple à l'origine et le produit $D(\nu)\,\Phi_1(z, \nu)$, — $D(\nu)$ étant la fonction déterminante, — est holomorphe dans Γ. Revenant à la variable λ, on trouve que $D\left(\frac{1}{\lambda}\right)\Phi(z, \lambda)$ est holomorphe en $\frac{1}{\lambda}$ à l'extérieur de Γ, les pôles de $\Phi(z, \lambda)$ étant les points λ_i situés dans cette région.

Nous déduisons que la même expression (2) représente à l'intérieur ou à l'extérieur de Γ les solutions respectives de l'équation (1), mais qui sont distinctes car, en général, on ne peut pas effectuer le prolongement analytique de l'une, à travers Γ, pour obtenir l'autre.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Les vernis superficiels sur l'eau et les dimensions moléculaires.* Note [1] de M. **André Marcelin**, présentée par M. Jean Perrin.

Un vernis superficiel [2] n'est certainement pas homogène; il y a lieu de supposer qu'il comporte des agrégats moléculaires rigides qui ne participent ni aux compressions ni aux détentes. Par élévation de température le vernis passe à l'état de solution superficielle, les agrégats se résolvent, déterminant sous pression constante une augmentation de la surface occupée par le film; il n'est pas douteux que ce soit en cela que consistent les réextensions moléculaires observées et mesurées par Labrouste [3]; il se vérifie, en effet, dans le cas de l'acide myristique, par exemple, que l'intervalle de température (5 à 30°) dans lequel s'effectue la réextension du vernis correspond précisément à la température de 20° pour laquelle on observe directement, avec certitude, que l'acide myristique commence à s'étendre sur l'eau.

J'ai eu l'occasion de vérifier que le coefficient de réextension d'un vernis diminue d'autant plus que la solution benzénique utilisée pour sa formation est plus diluée; cependant, l'expérience montre que ce coefficient ne tombe jamais jusqu'à l'unité et descend rarement en dessous de 1,5; on peut affirmer que les épaisseurs attribuées par Langmuir [4] et d'autres auteurs aux couches supposées monomoléculaires de divers corps en

---

(1) Séance du 22 juillet 1929.

(2) A. Marcelin, *Annales de Physique*, 10e série, 188, 1929, p. 471.

(3) Labrouste, *Thèse*, Paris, 1920.

(4) *Journ. Amer. chem. Society*, 39, 1917, p. 1868.

extension dite « maxima » sur l'eau sont trop fortes, et que les longueurs moléculaires qu'on croit pouvoir en déduire sont en moyenne 1,5 fois trop grandes. Cette conclusion qui s'impose est décevante, car ainsi corrigées les longueurs moléculaires de Langmuir sont trop faibles, et ne s'accordent pas avec les résultats de la spectroscopie par les rayons X des substances considérées.

Les résultats récents de M. Fahir Emir [1] montrent que les vernis moléculaires sont souvent susceptibles de se transformer en solutions superficielles, c'est affaire de température, et de présenter dans cet état un palier de saturation (pression maxima correspondant à l'équilibre entre le film saturé et des gouttelettes flottantes ou fragments); il devient donc possible de généraliser l'hypothèse que j'ai faite à propos de l'acide oléique [2], que les molécules dressées sur la surface sont juxtaposées, non pas lors de l'extension dite maxima, mais lors de la saturation (surface moitié moindre); partant d'un vernis moléculaire, il paraît donc possible en deux opérations : extension du vernis par élévation de température, puis compression de la solution superficielle ainsi obtenue jusqu'à saturation, de former un film dont l'épaisseur serait précisément égale à la longueur des molécules. C'est ce que l'expérience vérifie. On peut donc énoncer la règle suivante :

Si l'on désigne par V le volume d'une certaine quantité de matière qui à l'état de vernis superficiel en extension dite maxima sur l'eau occupe la surface S_v, la longueur l des molécules considérées est égale au quotient du volume V par la surface de ce vernis passé à l'état de solution superficielle saturée :

$$l = \frac{V}{S_v \times \frac{E}{C}},$$

où E désigne le coefficient d'extension du vernis passant à l'état de solution superficielle en extension dite maxima, et C le coefficient de réduction de surface nécessaire pour comprimer cette solution superficielle jusqu'à la saturation.

Le coefficient C est égal à 2 dans le cas de l'acide oléique; généralement compris entre 1,5 et 2, il est donc du même ordre de grandeur que le coefficient E, de sorte qu'il peut arriver que le rapport $\frac{E}{C}$ diffère peu de l'unité : c'est ce qui explique que l'épaisseur des vernis superficiels étudiés par

(1) Fahir Emir, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1667.

(2) *Annales de Physique*, 10e série, 4, 1925, p. 514.

Langmuir ait pu se confondre avec la longueur vraie des molécules qui composaient ses films; mais ce fut là pure coïncidence.

La règle que j'ai énoncée conduit aux résultats qui sont rassemblés dans le tableau ci-dessous :

Substance.	Spectrographie X.	Vernis en extension maxima (Langmuir).	Solution sup. sat. (Marcelin-Fahir).
Acide oléique............	22 Å	11,2 Å	23 Å
» myristique.........	$\frac{32,2}{2} = 16,1$	-	16
Alcool cétylique..........	$\frac{46,5}{2} = 23,25$	-	23,5
Acide palmitique.........	$\frac{35,6}{2} = 17,8$	24	17,7
» stéarique..........	$\frac{38,7}{2} + 19,35$	25	19,4

Remarques. — I. Un film superficiel est d'autant plus soluble, que sa pression superficielle et que la température sont élevées; il arrivera donc fréquemment que la détermination directe de l'épaisseur d'un film à l'état de saturation soit rendue pratiquement impossible en raison de la solubilité. La règle que j'ai énoncée permet de tourner la difficulté : la surface S_p et le coefficient E sont en effet déterminés sous une pression superficielle très basse, de l'ordre de 0,5 dyne/cm; quant au coefficient C qui ne peut être déterminé qu'à la température la plus élevée, on peut le mesurer par une compression très rapide, pratiquement instantanée, ne laissant pas à la solubilité le temps d'intervenir; il faut avoir déterminé au préalable la pression de saturation en présence d'un excès de matière.

II. Dans le cas d'un film saturé qui serait soluble au point que le procédé que je viens de décrire ne conviendrait plus, on songerait à une méthode dynamique que j'ai mise en œuvre pour étudier les couches superficielles du camphre.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Solutions superficielles et vernis moléculaires. Étude de quelques corps et détermination des longueurs de leurs molécules.* Note [1] de M. **Fahir Émir**, présentée par M. J. Perrin.

Partant d'un vernis superficiel en extension maxima, M. A. Marcelin a montré [2] qu'il était possible de déterminer la longueur des molécules qui forment ce vernis en appliquant la règle suivante :

Si l'on désigne par V le volume d'une certaine quantité de matière qui, à l'état de vernis superficiel en extension dite maxima sur l'eau, occupe la surface S_v, la longueur l des molécules considérées est égale au quotient du volume V, par la surface de ce vernis passé à l'état de solution superficielle saturée $l = \frac{V}{S_v \frac{E}{C}}$, où E désigne le coefficient d'extension du vernis passant à l'état de solution superficielle en extension maxima et C le coefficient de réduction de surface nécessaire pour comprimer cette solution superficielle jusqu'à la saturation.

L'étude qui suit, en offrant quelques exemples de l'application de cette règle, démontre le caractère général des observations que j'ai faites à propos de l'acide myristique [3].

1. *Acide palmitique.* — Cet acide en C_{16} de la série saturée se présente à l'état solide; il ne s'étend pas spontanément sur l'eau, mais partant d'une solution benzénique au titre de $0^g,55$ par litre, par exemple, on peut faire un vernis moléculaire qui pour un volume $v = 10,08 \times 10^{-6}$ cm^3 de matière déposée occupe une surface $S_v = 79^{cm^2}$ à la température de 13° sous la pression superficielle de 1 dyne/cm. Par élévation de température, la réextension du vernis se produit entre 20° et 35°. Le coefficient de réextension est $E = 1,76$. Le film est notablement soluble à partir de 22°. A la température de 35°, on constate en présence d'un excès de matière que la pression de saturation est $p = 26,3$ dynes/cm. La solution superficielle à partir de l'état d'extension dite maxima peut être comprimée jusqu'à saturation. Le coefficient de réduction de surface est $C = 2,46$. Cette réduction à 35° doit être effectuée rapidement pour ne pas laisser le temps

(1) Séance du 22 juillet 1929.

(2) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1267

(3) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1667.

à la solubilité d'intervenir. Appliquant la règle énoncée par M. A. Marcelin, il vient pour la longueur des molécules de l'acide palmitique

$$l = \frac{V}{S_v \times E/C} = 17.8 \text{ Å}.$$

La spectroscopie par rayons X donne pour la longueur du gradin élémentaire formé de deux molécules opposées 35,6 Å, soit 17,8 Å pour la longueur d'une molécule [1]. La concordance est très satisfaisante.

2. *Acide stéarique.* — Cet acide en C_{18} de la série saturée se présente à l'état solide et ne s'étend pas spontanément sur l'eau à la température ordinaire. Le vernis superficiel qu'on obtient à $t = 13°$ à partir d'une solution à $0^g,49$ par litre par exemple occupe, pour un volume $V = 9{,}05 \times 10^{-6}$ cm³, une surface $S_v = 62^{cm^2}$ sous la pression de 1 dyne/cm. La réextension du vernis s'effectue entre 20° et 45°. Le coefficient de réextension est $E = 1{,}47$. A la température de 36°, la pression de saturation est de $p = 19$ dynes/cm. Le coefficient de réduction est $C = 1{,}94$. La relation $l = \frac{V}{S_v \times E/C}$ donne $l = 19{,}4$. La spectroscopie par rayons X fournit la valeur $l = 19{,}8$ Å pour la longueur d'une molécule (Müller).

3. *Alcool cétylique.* — Le cas de ce corps est plus simple, car le fil à l'état de solution superficielle saturée est insoluble et se comporte par conséquent comme l'acide myristique.

C'est un alcool de la série saturée en C_{16}; il est solide et s'étend spontanément sur l'eau à la température ordinaire (19°). Sa solution superficielle présente un palier de saturation pour la pression de 29,5 dynes/cm, mais lorsqu'on la comprime au delà du point de saturation, la pression dépasse la valeur limite et il est nécessaire d'attendre quelques minutes pour que l'équilibre s'établisse. La solubilité du film est pratiquement nulle sur HCl N/20 à la température considérée.

On trouve pour la longueur des molécules formant la solution superficielle saturée $l = 23{,}5$ Å. La surface occupée par chaque molécule est de 20,6 Å². La spectroscopie par les rayons X donne 46,1 Å pour un gradin élémentaire de deux molécules (Müller), soit 23 Å pour la longueur d'une molécule. Il y a donc très bonne concordance.

---

(1) Müller, *Rapport de W. H. Bragg* (*IIe Congrès de Chimie*, 1927, p. 21-41).

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Solutions superficielles de l'acide oléique. Mesure des très basses pressions.* Note [1] de M. **Jean Guastalla**, présentée par M. Jean Perrin.

M. André Marcelin [2] a montré que les solutions superficielles d'acide oléique sont susceptibles d'exercer une pression superficielle mesurable, alors même que leurs molécules ne sont certainement plus jointives. Désignons par S la surface occupée par une solution superficielle d'acide oléique *saturée* (molécules dressées sur la surface et juxtaposées). Il résulte des mesures directes de M. Marcelin que le film obéit à la loi de Mariotte pour une extension allant de 2 S à 8 S, et des mesures indirectes du même auteur, basées sur une extrapolation qui paraît légitime, que la loi de Mariotte reste applicable pour une extension allant jusqu'à 28 S. Une anomalie est apparue dans les expériences de M. Marcelin, à savoir que le coefficient K défini par la relation $ps = KT$ est 20 fois plus faible que le coefficient R défini par la relation $pv = RT$ pour les gaz, alors que la théorie cinétique fait prévoir l'égalité de ces deux coefficients.

M. Marcelin nous a demandé de continuer ses recherches en perfectionnant les méthodes de mesure et en portant notre attention sur l'influence possible des facteurs suivants : nature du support, solubilité du film et durée des expériences, altérabilité chimique du film superficiel.

Nous avons repris l'appareil à fil de torsion avec lequel M. Marcelin mesurait directement les faibles pressions : il se compose d'un cadre de mica paraffiné flottant à la surface de l'eau, et séparé en deux chambres par une bandelette calée à l'une de ses extrémités sur un fil de torsion vertical formant pivot; la torsion nécessaire pour maintenir la bandelette au zéro lorsqu'une solution superficielle est formée dans l'une des chambres mesure la pression de cette solution. Pour éviter les perturbations d'ordre capillaire, la bandelette, sorte de soupape à deux dimensions, n'est pas jointive avec les côtés du cadre, de sorte que l'appareil ne « tient » pas les pressions supérieures à quelques dixièmes de dyne/cm.

Nous avons remédié à cet inconvénient en réunissant les deux extrémités de la bandelette au cadre par de minces fils de soie enduits de vaseline, capables de flotter sur l'eau. Ces fils, sous l'action de la moindre pression,

[1] Séance du 22 juillet 1929.
[2] *Ann. de Phys.*, 10e série, 4, novembre-décembre 1925, p. 475.

prennent la forme d'un arc de cercle. Du côté de l'axe de torsion, le fil de soie est disposé de façon à s'attacher tangentiellement à la bandelette en position de zéro, lorsqu'il supporte une pression; l'autre extrémité de la bandelette, distante du cadre de 4^{cm}, lui est jointe par un fil qui, sous pression, prend la forme d'une demi-circonférence dont le diamètre prolonge la bandelette en position de zéro.

L'élasticité des fils de soie est négligeable, et leur étanchéité aux solutions superficielles est parfaite; l'appareil peut être employé depuis quelques millièmes de dyne/cm jusqu'à 30 dynes/cm, sans autre modification que l'échange du fil de torsion, fil d'argent de $\frac{1}{10}$ de millimètre de diamètre pour les basses pressions, fil d'acier de $\frac{2}{10}$ de millimètre pour les hautes pressions.

Nous avons également amélioré la méthode par un système de nettoyage des surfaces qui élimine complètement les impuretés superficielles : il consiste à balayer ces impuretés, décelées par de la poudre de talc ou de graphite, au moyen d'un faible jet d'air comprimé filtré sur du coton, à les rassembler dans un coin du cadre et à les aspirer au ras de l'eau à l'aide d'un ajutage pointu relié à une trompe à vide. Grâce à ce perfectionnement, auquel M. Fahir Emir a collaboré avec nous, l'extension *spontanée* de l'acide oléique sur les surfaces nettoyées se poursuit jusque plus de 1000 fois la surface s définie au début de cette Note.

Pour doser la quantité d'acide oléique déposée, nous avons employé concurremment deux méthodes : l'une consiste à laisser tomber sur l'eau une goutte d'une solution benzénique titrée de la substance, l'autre à former au juger une couche superficielle convenable, par contact avec l'eau d'un fil de platine porteur d'acide oléique, puis à laisser cette couche s'étendre spontanément après avoir mesuré la surface qu'elle occupe lorsqu'on la rassemble par le souffle d'un jet d'air. La seconde méthode est moins précise que la première, mais évite l'attente de 7 ou 8 minutes nécessaires à l'évaporation complète de la benzine.

Nos mesures nous ont permis de tracer la courbe d'extension sur HCl centinormal à 19° C. d'une solution superficielle d'acide oléique depuis $s = 1,5$ S jusqu'à $s = 1000$ S, ou si l'on évalue les surfaces moyennes contenant une molécule de 45 Å² à 30000 Å². La courbe descend d'abord très vite jusque vers 2 S ou 60 Å², puis plus lentement jusque vers 17 S ou 500 Å², concordant alors d'une facon satisfaisante avec la courbe de Mariotte tracée pour un coefficient $K = R/20$. De 17 S à 170 S (500

à 5000 Å²), la pression diminue très peu (0,065 dyne/cm à 0,058 dyne/cm), et la courbe prend presque l'apparence d'un palier. A partir de 5000 Å², la pression décroît de nouveau et la courbe tend à se rapprocher de l'hyperbole de Mariotte, tracée cette fois avec le véritable coefficient R des gaz.

Ces résultats sont assez analogues à ceux qu'ont publiés MM. Adam et Jessop [1], relatifs à d'autres corps, acides gras à chaîne saturée en particulier.

SPECTROSCOPIE. — *Spectre continu de l'atome d'hydrogène.* Note [2] de MM. **D. Chalonge** et **Ny Tsi Zé**, présentée par M. Ch. Fabry.

Lorsqu'on fait passer dans un tube contenant de l'hydrogène pur et sec sous quelques millimètres de pression, une décharge non condensée, le gaz émet un spectre continu qui s'étend depuis le rouge jusque dans la région de Schumann. Ce spectre, bien connu, est attribué à la molécule d'hydrogène. Dans un travail récent [3], on a montré que, dans de très larges limites d'excitation, l'énergie restait toujours répartie de la même façon entre les radiations de ce spectre et cette répartition a été approximativement déterminée : elle est représentée par la courbe 1.

Nous avons entrepris de voir si, en soumettant l'hydrogène à des régimes de décharge très différents, il n'apparaîtrait pas de modification dans l'allure de cette courbe. Nous avons utilisé l'un des tubes de l'étude précédente (le tube à électrodes d'aluminium), et nous l'avons excité par des décharges condensées : aux bornes d'un transformateur étaient placés, en parallèle, d'une part un condensateur, d'autre part un circuit comprenant le tube en série avec une coupure. En modifiant la largeur de la coupure et la valeur de la capacité, on pouvait faire varier le régime. Nous avons évalué la répartition de l'énergie dans le spectre qu'émet le tube lorsque l'on fait croître la capacité sans toucher à la coupure. Cette évaluation était faite photographiquement par comparaison avec le spectre de la décharge non condensée (courbe 1). Nous avons obtenu les résultats suivants :

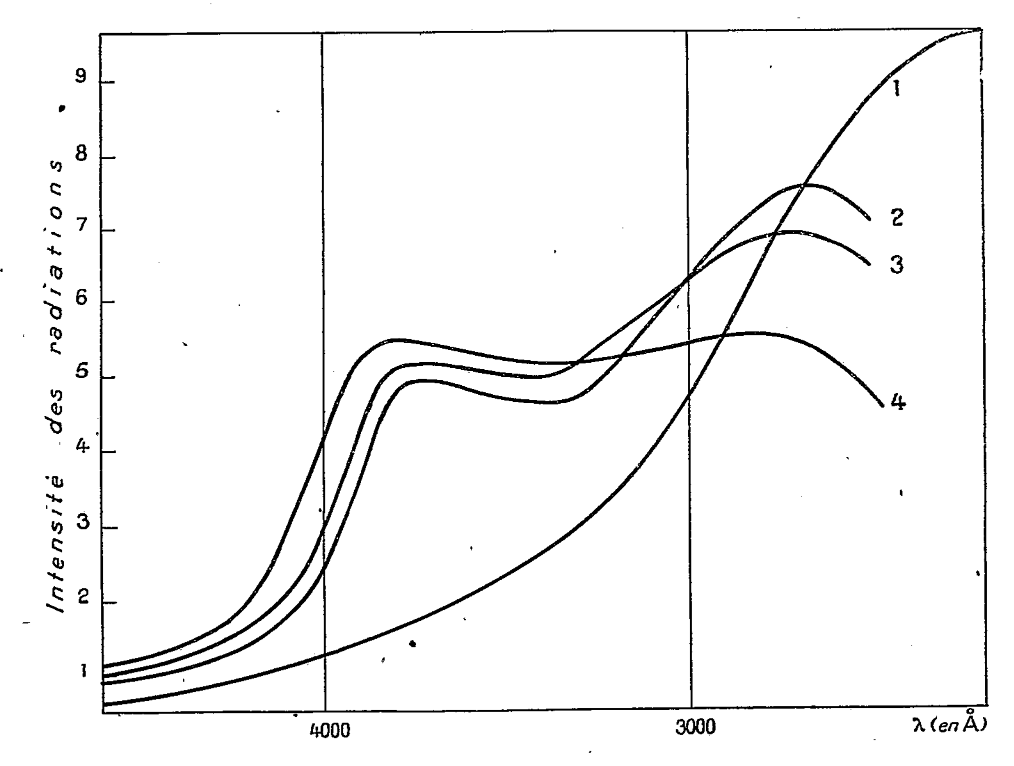
1° Lorsqu'on passe de la décharge non condensée à une décharge peu condensée, l'apparence du tube change peu : la partie capillaire continue à

(1) *Proc. of Roy. Soc.*, A, 110, 1926, p. 423.

(2) Séance du 22 juillet 1929.

(3) Chalonge et Lambrey, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1104.

présenter des stries; l'intensité des raies de Balmer augmente mais la distribution de l'énergie dans le spectre continu reste la même (courbe 1);



2° Lorsque la capacité dépasse une certaine valeur, le régime de la décharge change brusquement : les stries disparaissent, le capillaire prend une très vive coloration rouge violacé. Le spectre secondaire et le spectre continu s'atténuent considérablement et les raies de Balmer deviennent prépondérantes : on en voit une douzaine, les premières très élargies; leur intensité décroît progressivement quand leur numéro d'ordre croît et les dernières se détachent à peine du fond continu. Ce dernier, dans lequel l'énergie est distribuée comme l'indique la courbe 2, diffère beaucoup du spectre continu moléculaire (¹). L'examen de la courbe 2 suggère que ce nouveau spectre continu résulte probablement de la superposition du spectre moléculaire précédent (auquel correspondrait le maximum de courte longueur d'onde) assez affaibli et d'un autre fond continu (représenté par

(¹) Il ne faut s'attacher qu'à la forme de ces courbes : les rapports d'intensité d'une même radiation prise dans les divers spectres ne sont pas respectés dans la figure.

la bosse 3300-4100 Å) : celui-ci, d'origine atomique, ne serait autre que celui qui accompagne la série de Balmer. La déformation progressive que subit la courbe lorsqu'on augmente la capacité (courbes 3 et 4) confirme cette façon de voir : le maximum de courte longueur d'onde s'atténue devant l'autre, c'est-à-dire que l'intensité relative du spectre atomique croît; en même temps d'ailleurs, le spectre secondaire s'affaiblit et les raies de Balmer se renforcent et s'élargissent.

Nous retrouvons en outre la confirmation de plusieurs résultats :

1° Le spectre continu atomique n'a pas de frontière nette et son maximum d'intensité se produit bien avant (du côté du rouge) la limite de la série de Balmer; 2° l'élargissement progressif des raies de Balmer par effet Stark s'accompagne d'un déplacement du maximum d'intensité du spectre atomique vers les grandes longueurs d'onde ([1]) et d'une diminution du nombre des raies observables; 3° il semble que le spectre continu atomique pur doive différer assez peu du spectre 4 : l'intensité diminuerait donc lentement (jusque vers 2800 Å), résultat en accord avec les observations de Ch'ing Sung Yü ([2]) sur l'absorption des étoiles du type A.

L'emploi des plaques panchromatiques permet d'observer que le spectre continu atomique devient relativement beaucoup plus intense que le spectre moléculaire dans le rouge : il est possible que l'on se trouve en présence de l'extrémité de courte longueur d'onde d'un autre spectre continu qui accompagnerait la série de Paschen.

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur l'effet balistique exercé par les lames métalliques polies*. Note ([3]) de M. **J. Loiseleur**, présentée par M. Perrin.

I. Si l'on plonge une lame métallique isolée et fraîchement polie entre deux électrodes identiques (platine recouvert de noir de platine), immergées à quelques centimètres l'une de l'autre dans une solution conductrice et reliées à un galvanomètre, l'oscillation de la lame métallique de part et d'autre d'une zone neutre située à équidistance des deux électrodes fait apparaître entre elles une différence de potentiel dont la valeur dépend de la nature de la lame métallique.

([1]) Voir, à ce sujet, Robertson et Dewey, *Phys. Rev.*, 31, 1928, p. 973.
([2]) Ch'ing Sung Yü, *Lick Obs. Bull.*, n° 375, 1926.
([3]) Séance du 17 juillet 1927.

Ces différences de potentiel sont d'autant plus importantes que la lame métallique est approchée davantage de l'une des électrodes; au contact, il y a discontinuité et apparition de la différence de potentiel de contact ([1]).

Ces différences de potentiel sont instantanées et liées à la présence et à l'agitation de la lame métallique. En retirant la lame, le système retombe instantanément à sa neutralité initiale.

Selon une interprétation suggérée par M. R. Audubert, le phénomène est lié à un effet de déchirement de la couche liquide constituée de part et d'autre de la lame métallique, cette lame isolée constituant entre les deux électrodes un relais dont l'agitation détruit les couches liquides.

Cet effet apparaît ainsi comme une manifestation particulière des forces électromotrices produites par le déplacement relatif d'une électrode et d'un électrolyte, étudiées par S. Procopiu ([2]).

Il serait ainsi permis de suivre sur un galvanomètre les déplacements d'une lame métallique dans une solution.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Compressibilité de l'oxyde de carbone à 0° au-dessus de 50 atmosphères.* Note ([3]) de M. **Severiano Goig**, présentée par M. Perrin.

Amagat a donné une isotherme de l'oxyde de carbone à la température ordinaire ([4]). Il n'y a pas, à notre connaissance, de recherches postérieures sur la compressibilité de ce gaz à des pressions élevées, fait remarquable parce que CO présente un intérêt particulier étant donné son caractère chimique, qui permet d'envisager une polymérisation lorsqu'on rapproche ses molécules. De plus, la compressibilité de CO est utile à connaître pour certaines synthèses industrielles, notamment celle de l'alcool méthylique qui s'effectue par compression du mélange ($CO + H^2$).

Nous nous sommes proposé de combler cette lacune en mesurant la compressibilité à diverses températures. Nous indiquons ici notre technique et les résultats de mesures exécutées à 0°.

([1]) Cette différence de potentiel est due au couple Pt/Pt + métal et exprime dès lors le potentiel électrolytique du métal expérimenté. L'effet envisagé ici se distingue ainsi nettement du potentiel électrolytique.

([2]) Stefan Procopiu, *Journ. de Chimie physique*, 19, 1921, p. 121.

([3]) Séance du 17 juillet 1929.

([4]) *Ann. Chim. et Phys.*, 5e série, 19, 1880, p. 345.

Une masse connue d'oxyde de carbone est comprimée dans un piézomètre; un piézomètre semblable, plein d'hydrogène, gaz dont la compressibilité est connue, sert de manomètre. Les valeurs de la pression p et du volume v du CO nous donnent des points de l'isotherme $pv = f(p)$ (pression en atmosphères, et volume en fractions du volume normal de la masse gazeuse employée).

Nos piézomètres se composent d'un capillaire gradué épais (diamètre intérieur, $1^{mm},20$ à $1^{mm},25$; longueur utile, $45\text{-}55^{cm}$, soudé à une ampoule terminée par un tube en U à son extrémité inférieure, pour atténuer la correction de la capillarité).

L'oxyde de carbone a été préparé en déshydratant l'acide formique par H^2SO^4. Le gaz, bien desséché, est condensé dans une ampoule plongée dans l'air liquide, et purifié par distillation fractionnée. L'hydrogène du manomètre est de l'hydrogène électrolytique pur et sec.

Chaque piézomètre est soudé à l'appareil de préparation du gaz respectif, et après quelques rinçages on le remplit sous une pression légèrement inférieure à la pression atmosphérique; on le détache ensuite en brisant sous le mercure le tube de jonction marqué d'un trait.

Pour déterminer les conditions de remplissage on entoure la partie capillaire et l'ampoule avec des manchons pleins d'eau, de température mesurée à un dixième de degré près. On procède ensuite aux mesures cathétométriques, comportant les corrections de capillarité, qui permettent de calculer la pression du gaz, son volume et de tirer de ces valeurs le volume normal.

On fixe ensuite chaque piézomètre dans un cylindre de Cailletet où l'on a mis une quantité connue de mercure.

On entoure ensuite le capillaire des piézomètres avec des manchons pleins de glace pilée et l'on procède aux expériences de compressibilité.

Voici les résultats obtenus dans une série de mesures à 0° :

Numéros.	p.	pv.	Numéros.	p.	pv.
1	53,58	0,9754	10	69,04	0,9721
2	56,68	0,9748	11	69,22	0,9722
3	59,70	0,9737	12	70,39	0,9717
4	62,98	0,9731	13	73,20	0,9714
5	64,72	0,9730	14	75,20	0,9712
6	66,00	0,9727	15	78,24	0,9706
7	66,04	0,9727	16	78,38	0,9706
8	67,57	0,9722	17	81,76	0,9705
9	67,61	0,9723	18	83,35	0,9703

Numéros.	p.	pv.	Numéros.	p.	pv.
19.....	84,18	0,9702	28.....	104,63	0,9708
20.....	85,92	0,9701	29.....	107,99	0,9714
21.....	87,78	0,9700	30.....	110,68	0,9721
22.....	89,54	0,9700	31.....	113,73	0,9724
23.....	91,42	0,9703	32.....	117,38	0,9734
24.....	93,05	0,9702	33.....	119,87	0,9738
25.....	95,27	0,9704	34.....	120,49	0,9740
26.....	97,40	0,9703	35.....	126,87	0,9755
27.....	101,90	0,9707	36.....	127,67	0,9760

Si l'on reporte ces chiffres sur un graphique on voit que l'écart entre la courbe moyenne et les valeurs particulières de pv est en général inférieur à 0,02 pour 100. Cette précision s'accorde avec celle des lectures de compressibilité.

La précision des mesures préliminaires (calibrage, volume normal, etc.) est aussi de cet ordre de grandeur.

Les chiffres précédents montrent une compressibilité normale pour l'oxyde de carbone. L'azote étant le gaz le plus voisin au point de vue physique, nous avons constaté que les valeurs de pv relatives à l'azote à 0° [d'après Otto (1)], exprimées dans nos unités, sont plus élevées que celles de l'oxyde de carbone, ce qui est d'accord avec le fait que la température critique de N^2 (comprise entre $-144°7'$ et $-147°1'$) est inférieure à celle de CO ($-138°7'$). Les pressions critiques étant très voisines nous permettent de prévoir que le pv minimum doit, à la même température, se présenter plus tôt dans l'isotherme de N^2 que dans celle de CO. Il se présente en effet, vers 72 atmosphères pour l'azote, et vers 90 pour l'oxyde de carbone.

MÉTALLURGIE. — *Les essais à chaud des métaux et alliages par compression et par filage.* Note de MM. **Albert Portevin** et **François Le Chatelier**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

Les études concernant les propriétés à chaud des métaux et alliages qui ont été publiées jusqu'à présent ont utilisé comme modes d'essai la traction ou la torsion sur éprouvettes longues ou sur fils, exception faite des études de l'écrasement par choc de F. Robin et de P. Dejean.

(1) *Ztschr. f. Instr.*, 48, 1928, p. 257.

Mais ce dernier mode d'essai, de même que l'essai à la bille, ne fournit qu'un seul paramètre : la déformation finale, ce qui est intéressant, mais tout à fait insuffisant pour qualifier complètement l'attitude du métal à une température donnée (¹).

Lorsqu'on se propose d'étudier les possibilités et conditions de travail à chaud d'un alliage, il faut nécessairement partir de l'état brut de coulée ; les éprouvettes doivent être par suite découpées dans un lingot ce qui impose le plus souvent l'emploi d'éprouvettes courtes par rapport au diamètre et par suite l'essai de compression; d'autre part les procédés de travail à chaud mettent principalement en jeu des déformations de compression et les alliages à l'état brut de coulée sont souvent à faible capacité de déformation. Toutes ces raisons indiquent que l'essai de compression statique est celui qui convient pour l'examen des conditions de travail à chaud; l'étude que nous avons faite montre que le tracé et l'interprétation de la courbe de déformation permettent de déduire, des résultats de laboratoire, les conditions essentielles de certains procédés de travail à chaud, notamment le filage.

Les diagrammes de compression à chaud enregistrés à diverses températures peuvent être interprétés simplement par la combinaison de deux lois distinctes d'écrasement :

1° Déformation élastique jusqu'à la pression E suivie d'une déformation permanente avec écrouissage jusqu'à rupture sous la pression R par cisaillement oblique;

2° Déformation élastique jusqu'à la pression P puis écrasement visqueux sans écrouissage sous la pression P fonction de la vitesse d'essai et qui se poursuit indéfiniment; la courbe d'écrasement visqueux est une hyperbole équilatère.

Suivant les valeurs respectives de P par rapport à R et E, on a quatre types de diagrammes qui se succèdent au fur et à mesure que s'élève la température d'essai et qui permettent de déduire les caractéristiques essentielles, notamment la pression d'écoulement visqueux et la température de recuit spontané pour une vitesse d'essai déterminée. Cette température se déduit également de la courbe donnant la dureté après essai en fonction de la température d'essai.

Pour établir la relation entre les résultats des essais de compression statique et les conditions de filage à chaud, sur lesquelles nous ne possédons

---

(¹) Il en est de même des essais de rupture à la flexion par choc qui ont été également employés dans ce but.

actuellement aucune donnée générale, on a procédé en même temps à l'étude du filage sur un dispositif de laboratoire; ce dispositif, entièrement semblable à ceux des presses à filer industrielles mais d'une force totale de 65 tonnes, peut être monté sur une machine d'essai des métaux alors que les outils industriels mettent en jeu des efforts dépassant ordinairement 500 tonnes.

Cette étude du filage a permis de définir les conditions mécaniques, géométriques et physiques de cette opération et de relier les conditions de filage aux résultats des essais de compression statique à chaud.

C'est ainsi que, pour le magnésium et les alliages ultra-légers, on a trouvé que les caractéristiques à la température de filage étaient :

1° Une limite élastique notable mais faible (3 kg/mm² pour le magnésium pur);

2° Une déformation avec écrouissage jusqu'à une pression d'environ de 6 kg/mm²;

3° A partir de ce moment écrasement visqueux sous pression constante P de 6 kg/mm² par exemple.

Cette pression P donnée par les essais de compression statique à chaud est reliée à la pression de filage π par l'équation essentielle du filage :

$$\pi = P \log \rho \quad \left(\rho \text{ étant le rapport de filage} = \frac{\text{section du conteneur}}{\text{section des orifices de la filière}}\right),$$

en admettant qu'il n'y a pas de frottements. Pour tenir compte de ces derniers, il suffit d'introduire dans la formule des coefficients correctifs et l'on arrive à la formule empirique

$$\pi = 1{,}3\, P(1 + 4fz)\, mn \log \rho,$$

dans laquelle :

f = coefficient de frottement métal sur conteneur (de l'ordre de 0,01);
z = rapport de la longueur utile de la billette au diamètre du conteneur;
m = coefficient de forme de la filière (variant de 1 à 2, suivant le périmètre du profil et la concavité de la filière);
n = coefficient dépendant du diamètre du conteneur (variant de 0,9 à 2,1 pour les conteneurs allant de 130 à 30^{mm}).

Cette formule relie effectivement les résultats des essais de compression au laboratoire avec les conditions de la pratique.

CHIMIE MINÉRALE. — *Acétate et sulfate basiques de gallium et oxalate de gallium.* Note de M. **Arakel Tchakirian**, transmise par M. G. Urbain.

Acétate basique de gallium. — Si la solution d'un sel de gallium, préalablement neutralisée par le carbonate d'ammonium, est additionnée d'un gros excès d'acide acétique (30 pour 100 environ), on obtient une solution limpide qui, abandonnée à la température ordinaire, donne au bout de 48 heures un précipité blanc, microcristallin et peu soluble ($\frac{5}{1000}$ environ).

Le précipité obtenu dans ces conditions [1] (25°) a une composition constante et correspond à la formule

$$4\,Ga(CH^3 - CO^2)^3 . 2\,Ga^2O^3 . 5\,H^2O.$$

L'analyse de ce précipité séché à 120° nous a donné 37,9 pour 100 Ga et 49,5 pour 100 $C^2H^3O^2$ au lieu de 38,4 pour 100 Ga et 48,6 pour 100 $C^2H^3O^2$.

Ce composé est très hygroscopique et commence à se décomposer vers 160°, il est soluble dans l'eau et s'hydrolyse très facilement. Il est insoluble à froid et très peu soluble à l'ébullition dans l'acide acétique cristallisable.

Dans les mêmes conditions l'aluminium, le zinc, l'indium et le fer ne précipitent pas, ce qui permet de les séparer du gallium.

Sulfate basique de gallium. — Lecoq de Boisbaudran avait remarqué que si l'on chauffe une solution d'alun de gallium et d'ammonium dont la concentration en acide sulfurique ne dépasse pas 10 pour 100, elle s'hydrolyse et laisse déposer un précipité qui se redissout à froid.

L'analyse de ce précipité séché à 120° nous a donné 38,1 pour 100 Ga, 39,8 pour 100 SO^4 et 3,5 pour 100 NH^4 au lieu de 38,1 pour 100 Ga, 39,6 pour 100 SO^4 et 3,6 NH^4, ce qui correspond à la formule

$$3\,SO^4(NH^4)^2,\ 3(SO^4)^3Ga^2,\ 5\,Ga^2O^3,\ 16\,H^2O.$$

Oxalate de gallium. — Se prépare en chauffant à l'ébullition du nitrate de gallium additionné d'acide oxalique et d'acide nitrique concentré, celui-ci servant à détruire l'excès d'acide oxalique dans lequel l'oxalate de gallium est soluble. Dans ces conditions, la majeure partie du gallium précipite à l'état d'oxalate.

---

(1) A chaud, la solution se trouble presque immédiatement, mais le précipité a une composition variable qui dépend du degré d'hydrolyse.

L'analyse de ce sel séché à 120° nous a donné 29,7 pour 100 Ga et 54,6 pour 100 C^2O^4 au lieu de 29,7 pour 100 Ga et 55,4 pour 100 C^2O^4, ce qui correspond à la formule

$$Ga^2(C^2O^4)^3, 4H^2O.$$

L'aluminium ne précipite pas dans les mêmes conditions.

L'oxalate de gallium est une poudre blanche, microcristalline, hygroscopique, subissant un commencement de décomposition vers 160°. Il est peu soluble dans l'eau froide (environ 0,4 pour 100) et s'hydrolyse facilement. Il est très soluble dans l'acide sulfurique; sa solution fortement acidifiée par l'acide oxalique ne précipite plus par l'ammoniaque.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches dans la série des rubrènes. Corps azotés obtenus à partir de l'éther chlorhydrique du diphénylphényléthinylcarbinol.* Note de M. **Joseph Robin**, présentée par M. Matignon.

Les propriétés de l'éther chlorhydrique du diphénylphényléthinylcarbinol $(C^6H^5)^2CCl - C \equiv C - C^6H^5$, le composé générateur du rubrène, font l'objet d'une étude systématique. La présente Note a pour but l'étude de corps azotés obtenus par l'action de bases sur cet éther.

A. *Action de l'aniline.* — *a.* Par action de l'aniline, à froid comme à chaud, avec ou sans solvant, on obtient avec de bons rendements (95 pour 100) un corps jaune bien cristallisé, de P. F. 199-200°. Ce corps, très stable, ne se transforme pas en rubrène par chauffage, seul ou dans un courant de HCl.

b. Constitution. — L'analyse et la cryoscopie conduisent à attribuer à ce corps la formule brute $C^{27}H^{21}N$. Les faits suivants permettent de proposer une formule de constitution. L'hydrolyse (en milieu acide) donne, avec séparation de chlorhydrate d'aniline, la cétone éthylénique $(C^6H^5)^2C = CH - CO - C^6H^5$, la β-phénylbenzalacétophénone sensiblement pure. La constitution de cette cétone est bien établie, d'après les travaux de Ch. Moureu, Ch. Dufraisse et leurs collaborateurs, d'une part, et de K. Meyer et Schuster, d'autre part. On peut conclure, en premier lieu, que le nouveau corps renferme la même chaîne carbonée que l'éther chlorhydrique initial, chaîne qui est aussi celle de la cétone et, en second lieu, que l'azote n'a pu se fixer que sur l'un des trois carbones de la chaîne et non

sur un des noyaux benzéniques. Plusieurs formules sont alors possibles :

$$\rangle C(NHC^6H^5) - C \equiv C - \qquad \rangle C = C = C(NHC^6H^5) - \qquad \rangle C = CH - C(=NC^6H^5) -$$

(I). (II). (III).

La formule acétylénique (I) est obtenue par substitution directe du Cl par $-NHC^6H^5$. Le passage à la cétone éthylénique s'expliquerait alors par une hydrolyse donnant le carbinol qui, par une migration connue, se transformerait en la forme énolique de la cétone, puis en la cétone :

$$\rangle C(OH) - C \equiv C - \rightarrow \rangle C = C = C(OH) - \rightarrow \rangle C = CH - CO -$$

La formule allénique (II) peut être obtenue par deux mécanismes distincts, soit par addition de $H - NHC^6H^5$ sur la triple liaison, suivant les nombreux exemples donnés par Ch. Moureu, puis élimination de HCl entre le Cl et le H voisin :

$$\rangle C(Cl) - C(H) = C(NHC^6H^5) \rightarrow \rangle C = C = C(NHC^6H^5) - \quad + HCl$$

soit par substitution du Cl du chlorure allénique hypothétique, dont la formation probable comme intermédiaire dans la production du rubrène a été indiquée par A. Willemart :

$$\rangle C(Cl) - C \equiv C - \rightarrow \rangle C = C = C(Cl) - \xrightarrow{+HNHC^6H^5} \rangle C = C = C(NHC^6H^6) -$$

La réaction suivante va nous permettre d'éliminer la formule (I). Le même corps azoté peut, en effet, être obtenu à partir de la cétone éthylénique par une réaction inverse de la réaction d'hydrolyse ci-dessus : chauffage de cette cétone avec de l'aniline ($ZnCl^2$ comme catalyseur) :

$$(C^6H^5)^2C = CH - CO - C^6H^5 + C^6H^5NH^2 = C^{27}H^{21}N + H^2O$$

Pour obtenir un corps de la formule (I), il faudrait qu'une triple liaison puisse être créée par déshydratation directe d'une cétone, réaction dont aucun exemple net n'a été décrit, à notre connaissance. Par contre, ce second mode de préparation nous suggère une troisième formule, la formule cétimine (III) :

$$\rangle C = CH - CO - + H^2NC^6H^5 \rightarrow \rangle C = CH - C(=NC^6H^5) - + H^2O.$$

La coloration jaune intense du produit nous permet de choisir entre les deux formules (II) et (III). On sait, en effet, que le groupement allénique n'est sensiblement pas chromophore, on doit donc écarter la formule (II) et adopter la formule cétimine qui contient un système de deux doubles liaisons conjuguées C = C et C = N, elles-mêmes en conjugaison avec les doubles liaisons des noyaux, ensemble nettement chromophore, comme on le sait, d'après de nombreux exemples, celui de la phénylbenzalacétophénone elle-même, au premier plan.

B. *Action de l'ammoniac.* — *a.* L'action de cette base est beaucoup plus compliquée que celle de l'aniline. On n'obtient de dérivés azotés définis qu'en se plaçant dans des conditions bien déterminées de température, de temps de chauffage et de solvant. Parmi les dérivés obtenus qui font l'objet d'une étude à part, il a été isolé un corps blanc, bien cristallisé (rendement 45 à 50 pour 100) de P. F. 95°-96°. Très stable, comme le corps précédent, il ne se transforme pas en rubrène par chauffage. Par contre, il se distingue par la propriété de donner un chlorhydrate (P. F. 166°-167°, au bloc Maquenne) lequel régénère facilement le corps azoté par simple ébullition avec de l'eau. Ce chlorhydrate possède, en outre, la propriété de donner du rubrène par simple chauffage.

b. Constitution. — La formule brute est d'après l'analyse et la cryoscopie $C^{21}H^{17}N$. Les trois formules de constitution (I), (II) et (III) ci-dessus peuvent être envisagées, puisque l'hydrolyse (SO^4H^2, en milieu acétique) donne ici encore la phénylbenzalacétophénone. Mais l'on ne doit pas attribuer au corps ammonié la même formule qu'au corps aniliné, en raison de différences importantes de propriétés : le premier est incolore, tandis que l'autre est fortement coloré; d'autre part, le premier seul permet d'obtenir du rubrène par chauffage en présence de HCl. De plus, avec l'ammoniac, il n'a pas été possible, comme avec l'aniline, de revenir de la cétone éthylénique au corps azoté primitif, ce qui tend à faire écarter les formules (II) et (III). C'est donc la formule (I), obtenue par substitution directe du reste amidogène — NH^2 à Cl, qui paraît le mieux convenir.

En résumé, le corps aniliné doit avoir la formule (III) :

$$(C^6H^5)^2C = CH - C(= NC^6H^5)C^6H^5,$$

et le corps ammonié la formule (I) :

$$(C^6H^5)^2C(- NH^2) - C \equiv C - C^6H^5.$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la rétrogradation du cycle en C^6 au cycle en C^5 à l'aide de l'éthérate de bromure de magnésium.* Note [1] de M. **Pierre Bedos**, présentée par M. Paul Sabatier.

M. Godchot et Mlle Cauquil [2] ont montré que l'action de l'iodure de méthylmagnésium sur la chlorhydrine du cycloheptanediol-1.2 conduit au méthylcyclohexylcarbinol, par rétrogradation du cycle en C^7 au cycle en C^6.

Éclairés par ces résultats, MM. Vavon et Mitchovitch [3], d'une part, M. Godchot, Mlle Cauquil, et nous-même [4], d'autre part, avons pu reconnaître que l'oxyde de cyclohexène et la chlorhydrine du cyclohexanediol-1.2, traités par le bromure de cyclohexylmagnésium et par l'iodure de méthylmagnésium, conduisent de même au cyclohexyl- et au méthylcyclopentylcarbinols, tout au moins dans certaines conditions et pour une certaine proportion.

Cherchant à expliquer cette réaction assez inattendue des organo-magnésiens, nous nous sommes demandé s'il ne serait pas possible de réaliser ce passage du cycle en C^6 au cycle en C^5 à l'aide de l'éthérate de bromure de magnésium, réactif dont la composition est assez comparable à celle des organo-magnésiens. Le but de la présente Note est de faire connaître les résultats obtenus dans cette voie.

Lorsqu'à de l'éthérate de bromure de magnésium sous l'éther anhydre on ajoute une solution d'oxyde de cyclohexène, on constate un dégagement de chaleur assez appréciable, indice de la formation probable d'une combinaison. Si ensuite on chasse l'éther au bain-marie, vers la fin de la distillation, la masse se boursoufle comme dans le cas des organo-magnésiens, mais très calmement et sans fuser. Le résidu semi-solide obtenu ne possède plus l'odeur caractéristique de l'oxyde de cyclohexène; traité par l'eau, il donne naissance à l'aldéhyde cyclopentanique. En utilisant 2^{mol} de $MgBr^2$ pour une d'oxyde, on obtient cet aldéhyde avec un rendement de 34 pour 100 environ du rendement théorique.

On peut admettre qu'il se forme une combinaison de l'oxyde et de l'éthé-

---

(1) Séance du 22 juillet 1929.

(2) Godchot et Mlle Cauquil, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 375 et 954.

(3) Vavon et Mitchovitch, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 702.

(4) Godchot, Bedos et Mlle Cauquil, *Bull. Soc. chim.*, 43, 1928, p. 521.

rate de $MgBr^2$, du type oxonium, comme dans le cas des organo-magnésiens (Grignard), et que celui-ci, en perdant son éther de constitution, se transpose en donnant une combinaison d'addition d'aldéhyde et de bromure de magnésium :

$$\begin{array}{c} \text{CH}^2 \\ \text{H}^2\text{C} \diagup \ \diagdown \text{CH} \diagdown \\ | \quad\quad | \quad\ \text{O} \lt^{\text{MgBr}}_{\text{Br}} \\ \text{H}^2\text{C} \diagdown \ \diagup \text{CH} \diagup \\ \text{CH}^2 \end{array} \quad \rightarrow \quad \begin{array}{l} \qquad\qquad\qquad\quad \text{Br} \\ \qquad\qquad\qquad\quad | \\ \text{H}^2\text{C} - \text{CH} - \text{C} - \text{O} - \text{MgBr} \\ | \qquad\quad | \qquad\ \ | \\ \text{H}^2\text{C} \diagdown \diagup \text{CH}^2 \quad \text{H} \\ \quad\ \text{CH}^2 \end{array}$$

Lorsqu'on traite la chlorhydrine du cyclohexanediol-1.2 dans les mêmes conditions, on n'obtient que des traces d'aldéhyde cyclopentanique (moins de 1 pour 100), et l'on récupère 80 à 85 pour 100 de chlorhydrine inaltérée : cela tient vraisemblablement à la non-formation de l'alcoolate magnésien.

En effet, si, au lieu de traiter la chlorhydrine par l'éthérate de $MgBr^2$, on forme d'abord l'alcoolate magnésien — O — MgBr, par action du bromure d'éthylmagnésium, et si ensuite on fait agir l'éthérate de $MgBr^2$ sur le complexe ainsi formé, on obtient l'aldéhyde cyclopentanique avec un rendement de 40 pour 100 environ.

Nous avons déjà signalé ([1]) que M. Godchot avait remarqué la formation d'une certaine quantité d'aldéhyde cyclopentanique dans l'action d'une molécule d'iodure de méthylmagnésium sur la chlorhydrine du cyclohexanediol-1.2 ; les résultats que nous faisons connaître aujourd'hui sont une confirmation nette de cette expérience inédite.

On peut également réaliser ces rétrogradations au sein du benzène ou du toluène : il suffit de soumettre à la distillation la solution éthérée du complexe, additionnée d'une quantité suffisante de l'un de ces solvants, jusqu'à ce que le thermomètre indique une température voisine de la température d'ébullition du solvant utilisé.

Afin de bien montrer que cette rétrogradation est provoquée non par la chaleur mais par le réactif et par l'élimination de l'éther de constitution du complexe, nous avons tenu à la réaliser à froid. La solution éthérée du complexe, additionnée de benzène, est concentrée au quart sous pression réduite, à la température ambiante ; on ajoute à deux reprises une nouvelle quantité de benzène que l'on évapore de la même manière ; ensuite on maintient le vide jusqu'à ce que le produit se présente sous la forme d'une poudre blanche (durée totale : six jours environ). Cette expérience, effec-

---

([1]) Bedos et Ruyer, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 962.

tuée à partir de la chlorhydrine, à la température du laboratoire ne dépassant pas 30°, nous a fourni l'aldéhyde cyclopentanique avec un rendement de 18 à 20 pour 100 environ.

Le complexe magnésien obtenu à partir de l'oxyde ou de la chlorhydrine, traité par les organo-magnésiens, réagit à froid aussi énergiquement que l'aldéhyde libre. En particulier, dans l'action à froid de l'iodure de méthylmagnésium sur le complexe issu de la chlorhydrine, on isole avec un rendement de 40 pour 100 un produit alcoolique constitué en majeure partie par du méthylcyclopentylcarbinol (phényluréthane, F = 70-71°).

En résumé, tous ces faits s'accordent à démontrer que, dans la réaction des organo-magnésiens sur l'oxyde de cyclohexène et sur la chlorhydrine, le passage du cycle en C^6 au cycle en C^5 s'effectue bien avec formation transitoire d'aldéhyde cyclopentanique.

PÉTROGRAPHIE. — *Craie bréchoïde de Plaisir (Seine-et-Oise).*
Note de M. **Couvreur**, transmise par M. Lucien Cayeux.

La craie blanche à *Belemnitella mucronata* de la plaine de Plaisir (Seine-et-Oise) m'a fourni en un point très localisé (intersection de la route de Versailles à Houdan et du chemin de grande communication de Poissy, n° 30) une variété bréchoïde. La craie fragmentée et recimentée par la calcite contient des fragments de silex très anguleux et des géodes de calcite à pointements cristallins.

Au microscope, la craie elle-même est normale, avec Foraminifères, débris de Bryozoaires et d'Ostréidés. Cette craie est morcelée par des fractures dont le milieu est rempli de calcite en grands cristaux géométriques, clivés et parfois maclés. Sur les bords des fissures le passage se fait progressivement par des éléments de plus en plus petits jusqu'à la matrice microgranulaire de la craie.

La brèche est abondamment pourvue d'éléments siliceux qu'on peut classer comme il suit :

1° Silex en place dans la craie, non fracturés, n'ayant pas participé aux dislocations, mais bordés en partie d'un liséré de calcite recristallisée.

2° Silex en fragments très aigus ayant glissé dans des failles microscopiques et complètement noyés dans le ciment néogène de la brèche.

3° Grains de quartz roulés assez volumineux, à extinctions homogènes, toujours et en totalité dans le ciment de la brèche.

4° Plages siliceuses à structure de quartzite compliquée : dans la même plage on observe des éléments à bords courbes et anfractueux, moulés les uns sur les autres (quartzite proprement dit) et des cristaux hexagonaux à structure encapuchonnée. Sur le bord d'un tel module siliceux des apophyses de craie non complètement épigénisées font penser à une *substitution sur place* de la silice au calcaire.

On rencontre en outre des inclusions ferrugineuses en limonite globulaire : chaque globule est rattaché à ses voisins par des rayons courts de limonite et le tout est noyé dans un ciment de calcite, très transparente et cristalline. Ces formations ferrugineuses sont *antérieures* à la brèche.

On peut conclure de cette analyse microscopique que l'action mécanique qui a donné naissance à la brèche a été immédiatement suivie, à mesure qu'elle se produisait, de la recristallisation de la calcite.

Les débris de silex calcédonieux et de quartz hyalin ont été concentrés dans les fentes de la brèche, vraisemblablement par une décalcification accompagnée de brassage des grains.

Des venues ultérieures d'eaux siliceuses ont épigénisé la calcite. Ces actions paraissent avoir été assez violentes et rapides.

La brèche n'est pas contemporaine des remaniements littoraux des mers tertiaires, mais elle doit être récente et liée aux dislocations tectoniques de la formation du grand anticlinal de Beynes qui traverse la région juste en cet endroit.

GÉOLOGIE. — *Sur le Dévonien du Tafilalet.*
Note (¹) de M. **Henri Termier**, présentée par M. Pierre Termier.

Nos connaissances relatives au Dévonien du Maroc-Sud-Oriental se réduisent à deux Notes dont voici la substance : en 1919, M. H. Douvillé annonça (²) la présence du *Dévonien moyen* à *Panenka* et *Anarcestes* « au travers de la dépression de l'oued Ziz à l'est d'ouled Zohra ».

En 1924, M. H. Barthoux signalait (³) « aux confins du Tafilalet » la présence du *Dévonien supérieur* daté par les goniatites suivantes : *Gephyro-*

(¹) Séance du 22 juillet 1929.

(²) H. Douvillé, *Découverte du Dévonien au Tafilalet par le Comt Poirmeur* (*Bull. Soc. géol. de Fr.*, 4e série, 19, 1919, *Comptes rendus somm.*, p. 38).

(³) J. Barthoux, *Moyenne, Haute Moulouya et Grand Atlas* (*Bull. Soc. géol. de Fr.*, 4e série, 24, 1924, p. 240).

ceras intumescens Beyrich, *Aganides sulcatus* Münster et *Clymenia lævigata* Münster.

La première espèce appartient au *Frasnien*, les deux autres au *Famennien*.

Je suis aujourd'hui en mesure de confirmer la découverte de M. J. Barthoux, au moins en ce qui concerne le niveau supérieur. En effet, M. F. Daguin a bien voulu me confier l'étude d'un petit lot de fossiles comprenant des échantillons laissés au Service des Mines de Rabat par M. J. Barthoux, et d'autres, récoltés par MM. Despujols et Daguin en décembre 1923 dans les affleurements Primaires du pied Sud de la butte d'Erfoud. La gangue est un calcaire gris et dur qui montre assez souvent un guillochage d'origine éolienne. Au microscope, on voit une roche constituée par des cristaux de calcite très fins et n'englobant presque aucune impureté; de loin en loin cependant brillent de petits grains de quartz. Certaines plages renferment en abondance des morceaux d'Echinodermes et des sections tantôt elliptiques, tantôt triangulaires, d'organismes que je n'ai pu identifier (Ptéropodes? ou Céphalopodes? de quelques dixièmes de millimètre).

Voici la brève liste des espèces que j'ai pu déterminer :

Famennien : *Clymenia* (*laevigites*) *laevigata* Var. *Hoevelensis* Vedekind, *Cymaclymenia* cf. *striata* Münster, *Clymenia* nov. sp., *Sporadoceras biferum* Phill, *Tornoceras retrorsum* V. Buch, *Orthoceras* (de grande taille), *Phacops cæcus* Gürich, *Proetus?*, *Panenca* (probablement nov. sp.).

Frasnien : cf. *Tornoceras simplex* V. Buch (Échantillon en calcaire noir, partiellement envahi de calcite, cloison incomplète) et cf. *Pharciceras lateseptatum* Frech (sa gangue, en calcaire rouge, diffère de celle des fossiles famenniens). Cette dernière espèce caractérise *la zone la plus inférieure du Frasnien*.

Je crois maintenant intéressant de comparer le Dévonien du Tafilalet à celui que mes dernières recherches m'ont fait connaître dans le Maroc central.

Le *Famennien* d'Erfoud peut être mis en parallèle avec celui que j'ai signalé [1], [2] dans la Meseta marocaine. En effet, mes récentes déterminations me permettent d'affirmer l'existence de couches à *Sporadoceras*

---

(1) Henri Termier, *Observations nouvelles en Maroc central* (*Bull. Soc. géol. de Fr.*, 4e série, 17, 1917, *Comptes rendus somm.*, p. 101).

(2) Henri Termier, *Sur la stratigraphie du Maroc central* (*Bull. Soc. géol. de Fr.*, 4e série, 17, 1917. *Comptes rendus somm.*, p. 21).

biferum Phill. dans l'oued Arricha à l'est de Kasba ben Ahmed, de calcaire à *Clymenia laevigata* Münster au nord-est de Ziar et de calcaire à *Cymaclymenia striata* Münster à Si bou Ignousen près de Mrirt.

Le *Frasnien* est caractérisé au Tafilalet comme à la gara de Mrirt ([1]) par son fossile principal : *Gephyroceras intumescens* Beyr.

Enfin j'ai rencontré l'*Eifélien* certain en deux points du Maroc central : à Dechra aït Abdalah (au nord-ouest d'El Hammam) où il m'a fourni, entre autres fossiles : *Anarcestes lateseptatus* Beyr, *Anarcestes subnautilinus* Schloth, *Nautilus cf. subtuberculatus* Sandb., des *Orthoceras*, et des *Panenka*; et près d'El Menzeh au nord-est de Kasba ben Ahmed où j'ai pu ramasser un échantillon d'*Anarcestes lateseptatus* var. *plebeius* Barr-Frech.

Le Givétien n'étant connu en Chaouia ([2]) et dans le territoire que j'ai parcouru que sous la forme de calcaire à *Polypiers*, on peut penser que le Dévonien moyen annoncé par M. H. Douvillé et qui contient *Anarcestes*, *Nautilus subtuberculatus*, *Orthoceras* et *Panenka*, correspond, au moins en partie, à l'*Eifélien* de Dechra aït Abdalah.

Ainsi, au nord-ouest et au sud-est de la région qui est devenue l'Atlas, le Dévonien moyen et le Dévonien supérieur présentent des analogies de faune évidentes. Et comme, dans la Meseta marocaine, j'ai été assez heureux pour caractériser les six étages classiques de Gosselet, on peut s'attendre à retrouver une stratigraphie aussi complète dans le Tafilalet.

Je ne veux pas clore cette Note sans remercier mon ami Menchikoff qui a bien voulu revoir mes déterminations pour le Dévonien supérieur d'Erfoud.

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les fructifications du* Rhodea Gutbieri *Ettingshausen sp.* Note ([3]) de M. **Alfred Carpentier**, présentée par M. Costantin.

Dans des schistes provenant de la fosse n° 6 des Mines de Nœux (Pas-de-Calais) et remarquablement riches en débris du *Sphenopteris striata* Gothan, il n'est pas rare d'observer les empreintes d'un *Sphenopteris* très délicat, à frondes tripennatiséquées, à lobes ultimes étroits, aigus. Ce *Sphenopteris*

([1]) *Loc. cit.* [note ([1]) de la page 259].

([2]) G. Lecointre, *Recherches géologiques dans la Meseta marocaine*, p. 33, Rabat, 1927.

([3]) Séance du 22 juillet 1929.

me paraît très voisin du *Rhodea Gutbieri* Ett. sp. (¹), dont on ne connaît d'ailleurs que des empreintes très fragmentaires; il ressemble beaucoup au *Rhodea subpetiolata* Potonié sp. qui a été signalé, dès 1912, dans le terrain houiller d'Aniche (²). Les pinnules du *Rh. subpetiolata* ont toutefois les lobes plus ténus, plus finement allongés, à en juger par la figure donnée par Potonié et par l'étude comparée d'une penne bien conservée du *Rh. subpetiolata* provenant de la fosse Renard des Mines d'Anzin (Nord).

R. Kidston (³), à la suite de la description d'empreintes du *Rhodea Gutbieri* du Westphalien anglais, a souligné l'association sur la même plaque schisteuse d'un petit fragment fertile, comprenant un rachis semblable à celui du *Rh. Gutbieri;* près de ce rachis et de ses ramifications gisent de petits sporanges ovoïdes mesurant à peu près 1^{mm} de longueur; on dirait un fragment d'épi. Or, à la fosse n° 6 des Mines de Nœux je viens d'observer les mêmes fructifications spiciformes en connexion avec un *Sphenopteris* très semblable, sinon identique, au *Sph. Gutbieri;* les parties terminales de certaines pennes sont fertiles, les pinnules des portions fertiles ont les lobes plus étroits, plus allongés que ceux des pinnules stériles; les sporanges subovoïdes, très petits (mesurant 0^{mm},8), apparaissent par places très densément serrés, agglomérés; ils sont attachés aux lobes ultimes des pinnules. Dans l'état actuel de nos connaissances sur ces fructifications, il ne paraît guère possible de tenter une comparaison avec d'autres types de plantes filicoïdes du Carbonifère. On peut noter cependant une certaine ressemblance avec les fructifications des *Rhacopteris*, en remarquant que Potonié plaçait dans ce genre *Rhacopteris* le *Rhodea subpetiolata* (⁴).

(¹) Ettingshausen, *Steinkohlenflora v. Radnitz* (*Abh. k. k. geol. Reichsanst.*, 2, 1854, Abth. 3, p. 37; pl. XIX, fig. 1, 2. — R. Kidston, *Fossil plants of the Carboniferous rocks of Great Britain* (*Mem. Geol. Surv. Palaeont.*, 2, 1923, part 3, p. 230, pl. LIX, fig. 2-4.

(²) Cf. F. Broussier et P. Bertrand, *Nouvelles observations sur les* Rhodea *du terrain houiller d'Aniche* (*Ann. Soc. géol. du Nord*, 41, 1912, p. 393).

(³) R. Kidston, *loc. cit.*, p. 231.

(⁴) H. Potonié, *Lehrbuch der Pflanzenpalaeontologie*, 1899, p. 132.

CHIMIE AGRICOLE. — *La lutte entre les plantes cultivées et les microorganismes du sol pour leur nutrition minérale; action du sang desséché sur l'engrais phosphaté.* Note (¹) de M. D. **Chouchak**, transmise par M. A.-Th. Schlœsing.

Dans une Note récente (²), j'ai montré que dans certaines conditions le développement intensif des microorganismes du sol peut abaisser une récolte de plantes cultivées et que l'apport de P^2O^5 peut corriger cet effet. On avait obtenu ces résultats par la stérilisation de la terre à 130° et sa recontamination par la même terre non chauffée. Cette opération mobilisait l'azote et les matières organiques du sol et provoquait une multiplication des microorganismes qui absorbaient le P^2O^5. Il est probable que certains engrais de la pratique courante, comme le sang desséché avec son azote et sa matière organique facilement décomposable, peuvent donner le même effet. Des pots avec 2kg,500 d'une terre argileuse pauvre en P^2O^5 ont reçu diverses doses de sang desséché et de P^2O^5 (sous la forme de $Na^2HPO^4 . 12H^2O$). Dans les pots nos 1 et 2 on a ajouté par pot 0g,1 de P^2O^5 pour avoir cette substance comme facteur limitant la végétation; l'apport de doses différentes de matière organique et d'azote du sang (0g,25 d'azote dans 2g,3 de sang et 0g,75 d'azote dans 7g de sang) devait pendant leur décomposition changer la valeur de ce facteur limitant d'une manière inégale pour les deux doses de l'engrais organique et le poids de la récolte (millet) devait être changé dans le même sens. Les résultats sont consignés dans le premier tableau.

Numéros des pots.	Engrais ajoutés par pot. Azote.	P^2O^5.	Récolte totale.
	g	g	g
1	0,25 de N de sang	0,1	14,1
2	0,75 de N de sang	0,1	8,9
3	0,75 de N de sang	0,0	1,1
4	Témoin		4,7
5	0,75 de N de sang	0,5	42,8
6	0,75 de N de nitrate	0,5	40,0
7	0,25 de N de nitrate	0,5	22,4

(¹) Séance du 17 juillet 1929.

(²) D. Chouchak, *Sur l'antagonisme entre les plantes cultivées et les bactéries du sol dans leur nutrition minérale* (*Comptes rendus*, 185, 1927, p. 82).

On voit qu'en présence de 0g,1 de P^2O^5 la plus grande dose de sang (pot n° 2) a abaissé de 38 pour 100 la récolte par comparaison avec la petite dose (n° 1). L'addition de 7g de sang à la terre sans P^2O^5 a annulé la récolte (n° 3); en ajoutant 0g,5 de P^2O^5 à la même dose on a obtenu une récolte de 42g,8 (n° 5). On doit attribuer encore cet effet au développement intensif des microorganismes du sol provoqué par la présence de grandes quantités de sang. Par suite de ce développement, la composition de la dissolution du sol doit être modifiée, surtout dans les cas où l'un des éléments nutritifs (P^2O^5 dans le cas actuel) est en quantité insuffisante. Pour constater ces changements on a eu recours à la méthode d'épuisements successifs dans les tubes placés verticalement, étirés en cône et bouchés partiellement par une bille de verre. Une série à 35 pour 100 et une autre à 25 pour 100 d'humidité des mélanges de 100g de terre et d'engrais en proportion indiquée dans le deuxième tableau étaient laissés à l'air. Au bout de 3 semaines on a commencé l'épuisement; chaque tube recevait tous les jours 55cm³ d'eau distillée; 25cm³ d'eau de drainage étaient évaporés à sec au bain-marie; on y dosait le P^2O^5 *minéral* par la méthode au molybdate de strychnine de Pouget et Chouchak; les autres 25cm³ étaient évaporés à sec avec de l'eau régale et du brome; le P organique s'oxydait; on avait ainsi P^2O^5 *total* qu'on dosait par la même méthode. On rapportait P^2O^5 au litre de l'extrait. Le tableau ci-après résume les principaux résultats.

Conditions d'expérience...		35 pour 100 d'humidité.			25 pour 100 d'humidité.			
Numéros des tubes........		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7 (¹).
Engrais par pot de culture.	P^2O^5...	0g,1	0g,1	0g,1	0g,1	0g,1	0g,1	0g,1
	sang....	0g,0	2g,3	7g,0	0g,0	2g,3	7g,0	7g,0
Épuisements.	P^2O^5.	Milligrammes de P^2O^5 par litre d'extrait :						
2e	total ...	0,171	0,170	0,24	0,128	0,24	0,32	0,38
	minéral.	0,092	0,041	0,029	traces	traces	traces	0,28
6e	total ...	0,088	0,074	0,060	0,131	0,121	0,131	0,25
	minéral.	0,068	0,044	0,02	0,11	0,04	0,03	0,21
12e	total ...	–	–	–	0,06	0,075	0,068	0,205
	minéral.	–	–	–	0,01	0,0	0,0	0,17

On voit que si l'on supprime l'action des bactéries par le chloroforme (tube n° 7), le P^2O^5 minéral est très abondant et garde pendant les épuisements successifs les mêmes proportions par rapport au P^2O^5 total dont la concentration diminue régulièrement. Sans chloroforme, dans la série

(¹) Tube avec chloroforme.

à 35 pour 100 d'humidité (petite aération), le P^2O^5 minéral, quand on ajoute 7^g de sang, disparaît presque complètement et reste abondant quand on n'a pas ajouté de matière organique; dans la série à 25 pour 100 d'humidité (grande aération), le P^2O^5 minéral passe presque complètement sous la forme organique. Dans les deux séries, avec la dose de 7^g de sang, l'épuisement aboutit à une concentration plus petite de P^2O^5 total qu'avec la dose de $2^g,3$. La forme organique de P est certainement moins assimilable que la forme minérale (expériences de Pierre et Parker). Cela correspond à un abaissement de récolte en pots (n° 1 et n° 2), quand on a ajouté les mêmes doses d'engrais.

Les présentes expériences offrent un nouvel exemple d'antagonisme entre les plantes supérieures et les microorganismes du sol. Il est tout à fait probable que cette lutte pour la nourriture se produit très souvent dans la pratique et peut s'étendre aux divers éléments nécessaires à la vie : P^2O^5, K, Ca, Mg, même nitrates (les expériences de M. Allison). C'est là le résultat d'une disproportion trop grande entre les divers éléments nutritifs minéraux du sol et les éléments énergétiques. Pour y remédier, le cultivateur peut ajouter des engrais en observant les proportions nécessaires entre ces différents éléments.

PHARMACODYNAMIE. — *Mesures de l'activité du chlorhydrate de cocaïne sur différents troncs nerveux.* Note [1] de M. **J. Régnier**, présentée par M. A. Desgrez.

En 1923, j'ai étudié les anesthésies produites sur les terminaisons nerveuses sensitives incluses dans un épithélium [2]. Depuis, avec H. Cardot et G. Valette, nous avons étudié les anesthésies produites sur les troncs nerveux moteurs [3] et sensitifs [4]. Ainsi peut être mesurée l'activité des anesthésiques locaux sur tous les appareils nerveux susceptibles d'être atteints en pratique.

Pour diverses raisons, théoriques et pratiques, nous avons employé les

---

[1] Seance du 22 juillet 1929.

[2] J. Régnier, *Comptes rendus*, **177**, 1923, p. 558; *Bul. Sc. Pharm.*, **30**, 1923, p. 580.

[3] H. Cardot et J. Régnier, *Bul. Sc. Pharm.*, **33**, 1926, p. 10.

[4] H. Cardot et J. Régnier, *C. R. Soc. Biol.*, **95**, 1926, p. 1247; *J. Physio. et Path. g.*, **25**, 1927, p. 37. — J. Régnier, *Bul. Sc. Pharm.*, **34**, 1927, p. 641. — J. Régnier et G. Valette, *Bul. Sc. Pharm.*, **36**, 1929, p. 284.

techniques indiquées par L. Lapicque ([1]) pour définir exactement, à chaque moment de l'essai, l'état du nerf traité par un anesthésique.

Comme l'avaient vu L. Lapicque et ses élèves ([2]) pour le nerf moteur sciatique de grenouille, sous l'influence des anesthésiques locaux, la rhéobase s'élève et la chronaxie s'abaisse. Nous avons montré que ces phénomènes se produisent de même sur les fibres sensitives du sciatique de grenouille, et sur les fibres sensitives du lingual de chien (voie sensitive du réflexe linguo-maxillaire découvert et étudié par H. Cardot et H. Laugier) ([3]).

Nous avons montré en outre que la chronaxie, sous l'influence anesthésique, passe par un minimum, plus ou moins bas selon la concentration du toxique, s'y maintient un certain temps, puis remonte si l'on prolonge l'expérience.

La baisse de la chronaxie nous a servi à mesurer l'action anesthésique. Le tableau suivant donne, pour les trois sortes de fibres, le maximum de baisse de la chronaxie en fonction des doses de chlorhydrate de cocaïne. Ces résultats sont des moyennes d'expériences nombreuses. Pour chacun des nerfs, les doses supérieures aux doses étudiées amènent une inexcitabilité rapide.

	Baisse de chronaxie pour 100.		
Doses pour 100 de chlorhydrate de cocaïne.	Nerf moteur (sciatique de Rana esc.)	Nerf sensitif (sciatique de Rana esc.)	Nerf sensitif (lingual de chien).
0,44	71	—	—
0.33	69	—	—
0.30	—	—	62
0.25	—	—	61
0,22	54	—	—
0,15	50	—	—
0,125	—	—	55
0,10	42	—	—
0.06	—	—	48
0,05	—	63	—
0,03	—	62	32
0,015	—	55	17
0,010	—	53	—
0,0075	—	43	—
0,0050	—	27	—

([1]) L. Lapicque. *L'excitabilité en fonction du temps*, 1 volume de 371 pages (Presses Universitaires de France. 1926).

([2]) L. et M. Lapicque et R. Legendre, *J. Physiol.* et *Pathol. g.*, 20, 1922, p. 163. — R. Dériaud et H. Laugier, *C. R. Soc. Biol.*, 85. 1921, p. 324.

([3]) H. Cardot et H. Laugier, *C. R. Soc. Biol.*, 86, 1922, p. 529; *Comptes rendus*, 174, 1922, p. 1368.

En portant en abscisses les doses de chlorhydrate de cocaïne pour 100, et en ordonnées les baisses de chronaxie pour 100, on obtient, pour chaque nerf étudié, une courbe moyenne régulière. Ces courbes ont la même forme générale. Elles s'élèvent d'abord rapidement, puis de plus en plus lentement et tendent à devenir parallèles à l'axe des x sensiblement au même niveau. La grandeur de la réaction n'est donc pas directement proportionnelle au taux du toxique étudié. Pour chaque courbe, il existe une zone favorable (baisses de chronaxie de 30, 40, 50 pour 100) où une petite augmentation de la quantité du toxique entraîne une notable variation d'activité. Ces courbes ne diffèrent que par leur étalement. En rapprochant les doses, qui, pour chaque courbe, donnent les baisses de chronaxie comprises dans la zone favorable, on voit que ces doses ne diffèrent les unes des autres que par un coefficient constant près. Il suffit, pour passer des chiffres donnés par la courbe du nerf sensitif sciatique à ceux donnés par la courbe du nerf sensitif lingual ou à ceux donnés par la courbe du nerf moteur sciatique, de multiplier les premiers par 7 ou par 15. Le nerf sensitif sciatique de grenouille est donc, pour le chlorhydrate de cocaïne, sept fois plus sensible que le nerf sensitif lingual de chien et quinze fois plus sensible que le nerf moteur sciatique de grenouille. Ces faits montrent, en outre, que c'est bien l'évolution du même phénomène qui a été suivie dans les trois cas, cas physiologiquement différents. Il apparaît enfin que nos mesures, basées sur les techniques de L. Lapicque, ont donné des résultats forts réguliers.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *A propos du potentiel d'oxydo-réduction de tissus des mammifères.* Note [1] de M. **Ernst A. H. Friedheim**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Nous avons fait des mesures directes du potentiel d'oxydo-réduction de pulpes d'organes de mammifères en employant, suivant Michaelis [2], des électrodes à mercure, procédant dans une atmosphère d'azote pur et dans des conditions d'asepsie rigoureuse. Des expériences préliminaires nous ont confirmé qu'en l'absence d'oxygène, le potentiel que prend l'électrode de mercure est en effet le même qu'atteignent, beaucoup plus tard seulement,

---

(1) Séance du 17 juillet 1929.

(2) Michaelis, *Oxydations-Reductions Potentiale* (Berlin, 1929).

les électrodes en Pt, Au, Pt doré. Nous indiquons le potentiel E_h rapporté à l'électrode normale d'hydrogène et rH calculé suivant la formule de Clark.

Cobaye.

	E_h.	rH.
Foie	−0,344	2,36
Testicules	−0,343	2,0
Cerveau	−0,343	4,0
Rein	−0,264	4,75
Muscles [1] (moyenne)	−0,197	6,5
Rate	−0,147	7,45
Muscle (pulpe)	−0,297	3,7
Muscle (suc)	−0,117	8,35

Lapin.

	E_h.	rH.
Foie	−0,339	2,56
Cerveau	−0,335	4,3
Rein	−0,324	3,1
Testicules	−0,269	4,8
Muscles [1] (moyenne)	−0,205	6,6
Ganglions lymphatiques	−0,189	7,6
Rate	−0,110	8,7
Muscles (pulpe)	−0,280	4,0
Muscle (suc)	−0,129	9,7

Porc.

	E_h.	rH.
Foie	−0,327	2,1
Thyroïde	−0,288	4,75
Rein	−0,234	6,4
Ganglions lymphatiques	−0,216	6,5
Muscles [1] (moyenne)	−0,191	6,8
Rate	−0,179	7,0
Muscle (suc)	−0,138	9,2

Taureau.

	E_h.	rH
Testicules	−0,280	4,64

Souris.

Cancer (sans hémorragie et sans nécrose)	−0,156	8,8

Les chiffres représentent la moyenne de trois expériences.

Les organes se rangent donc, d'après leur potentiel d'oxydo-réduction, sur une échelle dont le foie occupe la limite inférieure, la rate la limite supérieure. Le rang que prennent les autres organes, à l'exception des testicules, est le même pour les différentes espèces animales examinées.

Nous soulignons le fait que le tissu cancéreux n'a nullement, comme le prétend Drew [2], un pouvoir réducteur sensiblement moindre que les tissus normaux. Toutes les valeurs observées se trouvent au-dessous de la limite inférieure de l'échelle des indicateurs de rH non toxiques (rH = 9, 9). Ce fait concorde parfaitement avec les résultats de Vœgtlin [3], Cannan [4], Chambers [5] et leurs collaborateurs montrant qu'en absence d'oxygène

(1) La préparation de la pulpe musculaire fournit deux portions : un suc opalescent et la pulpe de fibres musculaires proprement dite.

(2) Drew, *Brit. J. exper. Path.*, 1, 1920, p. 115.

(3) Vœgtlin, Johnson et Dyer, *J. of Pharmacol.*, 24, 1924, p. 305.

(4) Cannan, Cohen et Clark, Supplement Nr. 55 to the *Publ. Health Rep.*, 1926.

(5) Cohen, Barnett, Chambers et Reznikoff, *J. of gen. Physiol.*, 11, 1928, p. 585.

tous les organes réduisent tous les indicateurs de Clark. Le fait que nos valeurs sont plus négatives que toutes celles qu'ont notées les auteurs s'explique de la manière suivante : nous avons travaillé sur la pulpe d'organes non diluée, tandis que les auteurs se sont servi de suspensions plus ou moins étendues. En examinant des séries de dilution (en solution tampon) en progression géométrique, nous avons vu que les potentiels correspondants diminuaient en progression arithmétique. Il est donc évident que toute mesure en suspension diluée doit fournir des potentiels trop positifs. Il résulte de la nature de la fonction logarithmique énoncée que la différence des potentiels de diverses dilutions tend à s'effacer à mesure que le taux de la dilution augmente. Ainsi s'explique peut-être le fait qu'Aubel, Aubertin et Mauriac [1], travaillant avec des suspensions à 10 pour 100, ont trouvé le même rH assez élevé (11 à 12) pour tous les organes examinés. Les véritables potentiels d'oxydo-réduction, qui sont dus à un processus réversible au sens thermodynamique, étant caractérisés par leur indépendance de la concentration du système, la dépendance que nous signalons paraît limiter le rôle que les potentiels envisagés ici pourraient jouer dans l'énergétique des tissus. Quant à la nature chimique du système qui serait l'agent des potentiels que nous avons mesurés, leur dépendance logarithmique de la concentration semble donner une indication. En effet le potentiel des solutions de cystéine est également caractérisé par une dépendance logarithmique de la concentration.

Le potentiel extrême qu'atteignaient les électrodes métalliques dans nos expériences ne restait en plateau que pendant un temps plus ou moins long, pour baisser lentement ensuite. Ce phénomène se produisant en l'absence rigoureuse d'oxygène, on doit admettre que les tissus contiennent, à côté de systèmes oxydo-réducteurs négatifs, des systèmes positifs, accepteurs d'hydrogène. L'autolyse aseptique ne fait augmenter le chiffre de E_h que dans le cas de la pulpe musculaire, où l'hydrolyse *post mortem* du glycogène fait augmenter le taux des glucides réducteurs. L'autolyse diminue le rH en tant qu'elle produit une acidification.

La séance est levée à 15h15m.

É. P.

---

(1) Aubel, Aubertin et Mauriac, *C. R. Soc. Biol.*, 98, 1928, p. 589.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 AOUT 1929.

PRESIDENCE DE M. LOUIS MANGIN.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **JEAN PERRIN** fait hommage à l'Académie des *Rapports et Discussions* de la *Réunion internationale de Chimie physique de Paris* (8-12 octobre 1928), publiés par RENÉ AUDUBERT et Mlle M.-L. CLAUDEL : *Activation et structure des molécules*.

CORRESPONDANCE.

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — *Sur le problème de trois géodésiques fermées sur les surfaces de genre* o (¹). Note (²) de MM. **L. LUSTERNIK** et **L. SCHNIRELMANN**, transmise par M. Hadamard.

Le but de cette Note est de préciser les résultats de notre Note *Sur l'existence de trois géodésiques fermées sur chaque surface de genre* o (³). Nous allons démontrer *que ces géodésiques sont des courbes fermées simples* (*c'est-à-dire sans points multiples*) (⁴). Il faut, pour cela, modifier en quelques points

---

(¹) Ce problème est résolu dans le cas d'une surface convexe par M. Herglott (*Blaschke*, *Vorlesungen über Diffentialgeometrie*, t. I, 1921) et M. Birkhoff (*Dynamical systems*, 1927). M. Birkhoff remarque (p. 180) que ses méthodes sont applicables dans le cas général.

(²) Séance du 29 juillet 1929.

(³) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 534.

(⁴) Ce problème n'était point considéré dans les travaux cités.

la démonstration de notre Note précédente en conservant toutefois le plan de la démonstration.

I. Nous appelons *famille normale* de courbes simples toute famille (P) de courbes simples rectifiables P, si la longueur de l'arc $a_p b_p$ de la courbe P est une fonctionnelle continue par rapport à ses extrémités et à la courbe P.

Nous disons que la classe [P] de familles normales de courbes simples fermées est une *classe topologique* de ces familles, si le résultat de la déformation d'une des familles de cette classe *appartient aussi à cette classe*. Dans notre démonstration précédente (¹), nous avons construit trois classes topologiques de polygones géodésiques à n côtés. Nous construisons ici d'une manière analogue trois classes topologiques des familles normales de courbes simples fermées situées sur S. Au lieu de multiplicité de polygones géodésiques nous avons affaire à un espace fonctionnel de courbes simples fermées. Le principe du point essentiel (²) n'est pas immédiatement applicable, et nous allons démontrer un théorème, généralisation de ce principe pour notre espace fonctionnel.

Tous les autres éléments de la démonstration restent intacts.

THÉORÈME. — *Soit donnée une classe topologique de familles normales de courbes simples fermées sur* S. *Désignons par* λ *la borne inférieure des longueurs maximales de courbes pour toutes les familles appartenant à notre classe. Il existe sur* S *une géodésique fermée, n'ayant pas de point multiple, de longueur* λ.

Définissons, pour la démonstration, une déformation « opération de lissement » qui transforme une courbe simple en une autre courbe simple de moindre longueur. Soit P une courbe rectifiable simple fermée de longueur c et de diamètre d et deux de ses points a_p et b_p. Ils divisent P en deux arcs : $\frown{a_p b_p}$ et $\smile{a_p b_p}$.

Supposons que la longueur ε de $\smile{a_p b_p}$ ne surpasse pas $\frac{d}{4}$. Appelons h la longueur de la corde correspondante $\overline{a_p b_p}$; E, l'ellipse de foyers a_p et b_p et de diamètre ε; α et β les affixes de a_p et b_p (notre plan étant considéré comme un plan de variable complexe z); posons encore

$$\delta = \frac{(E-h)^2}{3c}, \qquad f(z) = u + iv = \log\frac{z-\alpha}{z-\beta}.$$

(¹) *Loc. cit.*, note (³) de la page 269.

(²) L. LUSTERNIK et L. SCHNIRELMANN, *Sur un principe topologique en Analyse* (*Comptes rendus*, 188, 1929, p. 295).

On peut considérer u et v comme des coordonnées curvilignes de notre plan.

Lemme 1. — On peut définir la coordonnée cyclique v pour les points de $\smile{a_p b_p}$ d'une telle manière que cette coordonnée, pour les points situés à l'extérieur de E, doit être comprise entre δ et $2\pi - \delta$.

Définition de l'opération de lissement. — 1°. Elle transforme l'arc $\overset{\frown}{a_p b_p}$ en le segment $\overline{a_p b_p}$.

2° Elle transporte chaque point (u, v) de $a_p b_p$ en le point (u, v) où

$$v_1 = v \, (\text{si } \delta \leqq v \leqq 2\pi - \delta), \qquad v_1 = \frac{\delta}{2} \, \frac{3\delta - v}{2\delta - v} \, (\text{si } v \leqq \delta),$$
$$v_1 = 2\pi - \frac{\delta}{2} \, \frac{3(2\pi - \delta) - v}{2(2\pi - \delta) - v} \, (\text{si } v > 2\pi - \delta).$$

Alors

$$\frac{\delta}{2} < v_1 < 2\pi - \frac{\delta}{2}.$$

Lemme 2. — Après l'application d'une telle transformation : 1° la longueur de P est diminuée au moins de $\frac{\varepsilon - h}{2}$; 2° la courbe transformée est aussi une courbe simple; 3° les points de P contenus à l'intérieur de E y restent pendant l'opération; les autres points restent invariables. On peut définir une opération analogue pour les courbes rectifiables P situées sur S. P est situé sur la surface S. Il faut que la longueur ε de $\overset{\frown}{a_p b_p}$ ne surpasse pas le nombre h, défini dans la Note précédente.

Lemme 3. — Soit donnée une famille normale (P) de courbes simples fermées situées sur S. Désignons par σ la longueur maximale de courbes de cette famille. Si (P) ne contient aucune géodésique fermée de longueur σ, on peut déformer cette famille en une autre famille normale de courbes simples où la longueur maximale de courbes est moindre.

Nous obtenons cette déformation en appliquant l'opération de lissement pour chaque courbe de la famille (P).

Notre théorème est une conséquence de ce dernier lemme.

THÉORIE DES SURFACES. — *Sur une équation d'applicabilité des surfaces.* Note [1] de M. **Paul Delens**, transmise par M. Goursat.

1. On sait que le problème des surfaces applicables peut se ramener à la détermination, à partir du ds^2, des coefficients de la deuxième forme fondamentale; λ, μ, ν étant les quotients par $\sqrt{EG - F^2}$ des coefficients de cette forme, nous écrivons, avec Bianchi, les équations de Gauss et Codazzi

$$(1) \qquad \begin{cases} \lambda_v - \mu_u + a\lambda - 2b\mu + c\nu = 0 \\ \nu_u - \mu_v + a'\lambda - 2b'\mu + c'\nu = 0 \end{cases} \qquad \lambda\nu - \mu^2 = K$$

(u, v indices de dérivées partielles; a, b, c, a', b', c', symboles de Christoffel de deuxième espèce). En posant $K = -\rho^2$ et

$$(2) \qquad \frac{\lambda}{\mu + \rho} = \frac{\mu - \rho}{\nu} = \sigma,$$

ρ étant une détermination *choisie* de $\sqrt{-K}$, on obtient le système en μ et σ

$$(3) \qquad \begin{cases} \mathcal{E} \equiv \sigma\mu_v - \mu_u + A\mu + B = 0, \\ \mathcal{E}' \equiv \mu_u - \sigma\mu_v + A'\mu + B' = 0. \end{cases}$$

$$A = \sigma_v + a\sigma - 2b + \frac{c}{\sigma}, \qquad B = \rho\left(\sigma_v + a\sigma - \frac{c}{\sigma}\right) + \sigma\rho_v,$$

$$A' = -\frac{\sigma_u}{\sigma} + a'\sigma^2 - 2b'\sigma + c', \qquad B' = \rho\left(\frac{\sigma_u}{\sigma} + a'\sigma^2 - c'\right) - \rho_u.$$

(3) donne en général (nous ne discutons pas les cas particuliers) une valeur

$$(4) \qquad \mu = -\frac{B + B'}{A + A'}.$$

Il s'ensuit pour σ une équation aux dérivées partielles du deuxième ordre *du type de Monge*, que l'on forme facilement en joignant au système (3)

$$(5) \qquad \mathcal{F} \equiv \sigma(\mathcal{E} + \mathcal{E}')_v - (\mathcal{E} + \mathcal{E}')_u = 0,$$

d'où, sous forme de déterminant, l'équation cherchée :

$$(6) \quad \mathcal{D} \equiv \begin{vmatrix} A + A' & \sigma(A + A')_v - (A + A')_u & \sigma(B + B')_v - (B + B')_u \\ 1 & A & B \\ -1 & A' & B' \end{vmatrix} = 0$$

[1] Séance du 17 juillet 1929.

Les termes du deuxième ordre

$$\rho(A + A')\left(\sigma\sigma_{vv} - \frac{\sigma_{uu}}{\sigma}\right) - (B + B')\left(\sigma\sigma_{vv} - 2\sigma_{uv} + \frac{\sigma_{uu}}{\sigma}\right)$$

donnent pour les caractéristiques du premier ordre l'équation

$$(7) \qquad (\mu + \rho)\sigma\, du^2 + 2\mu\, du\, dv + \frac{\mu - \rho}{\sigma} dv^2 = 0,$$

soit *l'équation différentielle des asymptotiques*. D'après (2), α et β étant les paramètres des asymptotiques, l'équation (7) est équivalente à

$$d\alpha\, d\beta \equiv \alpha_v \beta_v (dv + \bar{\sigma}\, du)(dv + \sigma\, du) = 0$$

donc $\sigma[\bar{\sigma}]$ est, au signe près, le coefficient angulaire $\frac{dv}{du}$ d'une asymptotique $\beta = \text{const.}\ [\alpha = \text{const.}]$, et l'on passe de σ à $\bar{\sigma}$ par changement de détermination pour $\sqrt{-K}$, soit

$$(8) \qquad \bar{\sigma}(\mu - \rho) = \sigma(\mu + \rho).$$

[$\bar{\sigma}$ satisfait aussi à l'équation (6), mais cette solution, portée dans les formules (4) et (2), ne donnerait pour μ, λ, ν que des valeurs opposées à celles qui correspondent à une solution σ].

2. En remplaçant (1) par le système plus géométrique relatif à des lignes de coordonnées orthogonales, écrit avec des dérivées pfaffiennes (indices 1, 2)

$$(1^*) \qquad \begin{cases} h_1 - k_2 + g(k - k') + 2g'h = 0 \\ h_2 - k'_1 - 2gh + g'(k - k') = 0 \end{cases} \qquad (kk' - h^2 = K),$$

les mêmes calculs donneraient une équation $\mathcal{O}^* = 0$ en $\tau = -\tan\theta$, θ étant l'angle d'une asymptotique avec la première ligne de coordonnées, équation équivalente à (6); de même en employant la fonction θ elle-même. Or on passe de τ à $\bar{\tau}$, ou θ à $\bar{\theta}$, par

$$(8^*) \qquad \bar{\tau}(h - \rho) = \tau(h + \rho) \qquad \text{ou} \qquad h = \rho\frac{\sin(\bar{\theta} + \theta)}{\sin(\bar{\theta} - \theta)}$$

tandis que h est donné en fonction de τ, ou θ, par une équation (4^*) analogue à (4). La formule (8) [(8^*)] permet donc de remplacer le système (3) en μ et σ [(3^*) en h et τ, ou h et θ] par un système analogue en σ et $\bar{\sigma}$ [τ et $\bar{\tau}$, ou θ et $\bar{\theta}$], qui permettra aussi bien de former l'équation (6) ou ses équivalentes. Ce nouveau système n'est autre que celui fourni par les équa-

tions des *asymptotiques du* ds^2, rappelé dans notre dernière Note — que nous désignerons par N.

3. Sous la forme [N(12)] donnée par Darboux pour les paramètres de ces asymptotiques, en posant

$$\mathbf{p} = \nabla v + \sigma \nabla u, \qquad \nabla\beta = \beta_v \mathbf{p}, \qquad \ldots, \qquad \nabla\alpha = \alpha_v \overline{\mathbf{p}}$$

on reconnaît que la première [2e] des équations [N(12)] est linéaire en $\overline{\mathbf{p}}$ et $\nabla\mathbf{p}$ [$\mathbf{p}$ et $\nabla\overline{\mathbf{p}}$], quadratique en $\mathbf{p}[\overline{\mathbf{p}}]$: l'élimination de $\overline{\mathbf{p}}$ donne sous forme invariante l'équation $\varpi = 0$ en σ, mais les calculs sont assez longs; à partir d'une solution σ, le paramètre β est déterminé par $\beta_u - \sigma\beta_v = 0$. En employant $\mathbf{p}^\star = \mathbf{a}_2 + \tau\mathbf{a}_1$, on formerait l'équation en τ.

Le calcul le plus simple semble obtenu en partant de la forme [N(14)] des équations, développées, avec $m = \frac{1}{2}\log\rho$, en

$$(9)\qquad \begin{cases} (g + \overline{\vartheta}_1)\cos\vartheta + (g' + \overline{\vartheta}_2)\sin\vartheta + (m_1\cos\overline{\vartheta} + m_2\sin\overline{\vartheta})\sin(\theta - \overline{\theta}) = 0, \\ (g + \vartheta_1)\cos\vartheta + (g' + \vartheta_2)\sin\overline{\vartheta} + (m_1\cos\vartheta + m_2\sin\vartheta)\sin(\overline{\theta} - \vartheta) = 0; \end{cases}$$

en tirant $\tan g\overline{\vartheta}$ de la deuxième de ces équations, et reportant dans la première cette valeur et celles de ses dérivées, on termine facilement le calcul qui donne l'équation du deuxième ordre en τ.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la représentation de la fonction complexe uniforme la plus générale par la somme de deux fonctions plus simples.* Note (¹) de M. **Maurice Fréchet**, transmise par M. Hadamard.

Il n'est pas impossible de réduire les difficultés de l'étude de la fonction complexe uniforme $f(z)$ la plus générale. J'ai pu y arriver en prouvant qu'une telle fonction est la somme de fonctions uniformes dont les ensembles singuliers ne sont pas les ensembles fermés plans les plus généraux. La décomposition en question peut être effectuée de plusieurs manières non équivalentes.

A titre d'exemple, je citerai l'énoncé suivant :

Toute fonction uniforme $f(z)$, est la somme $f(z) = I(z) + P(z)$ de deux fonctions, holomorphes partout où $f(z)$ est holomorphe, la première

(¹) Séance du 29 juillet 1929.

$I(z)$ ayant exactement pour ensemble singulier l'ensemble de fermeture $\bar{I} = I + I'$ de l'ensemble I des points singuliers isolés de $f(z)$, la seconde $P(z)$, holomorphe sur l'ensemble I [*et même sur l'ensemble* σ *des points singuliers de non-condensation de* $f(z)$ (¹), ensemble σ, qui, d'ailleurs, appartient à $\bar{I}$], *l'ensemble singulier de* $P(z)$ *étant parfait.*

En supprimant les mots en italique, on obtient un théorème démontré par M. Mittag-Leffler. Son théorème permettait de balayer, pour ainsi dire, de $f(z)$ les singularités isolées de $f(z)$. Mais si la fonction restante était régulière en ces points, elle pouvait à son tour présenter des singularités isolées, de sorte que la nature de son ensemble singulier pouvait être aussi complexe que celle de $f(z)$.

Actuellement, nous affirmons qu'en outre on peut choisir $I(z)$, de sorte que l'ensemble singulier de $f(z) - I(z)$ soit parfait.

Grâce à ce complément, on peut donc substituer à l'étude de la fonction uniforme la plus générale, l'étude d'une fonction uniforme dont l'ensemble singulier est, soit un ensemble parfait P, soit l'ensemble de fermeture $\bar{I} = I + I'$ d'un ensemble I dont tous les points sont isolés.

J'ai pu obtenir d'autres modes de réduction où les ensembles singuliers des fonctions composantes sont d'une autre nature.

Ces divers résultats ont été établis par l'application, répétée transfiniment, de propositions généralisant le théorème classique de Mittag-Leffler rappelé plus haut. Ils seront démontrés et publiés dans un autre périodique.

HYDRAULIQUE. — *Sur un mode de représentation analytique de l'écoulement par les déversoirs.* Note de M. **Ledoux**, transmise par M. L. Lecornu.

L'application directe aux fluides et aux liquides en particulier des principes de la mécanique rationnelle conduit à des équations différentielles extrêmement compliquées.

Nous avons donc été amené à suivre une voie détournée pour représenter analytiquement un écoulement permanent parallèle à un plan en utilisant

(¹) Un point de *non-condensation* d'un ensemble est un point dont l'un des voisinages ne contient qu'un ensemble dénombrable de points de cet ensemble.

le procédé commode qui consiste à généraliser l'emploi des combinaisons de sources disposées convenablement dans le plan du mouvement.

C'est ainsi que différents auteurs ont pu obtenir des représentations analytiques d'écoulements simples en disposant dans le plan du mouvement ou bien des sources isolées, ou bien des combinaisons simples de sources appelées doublets, conduisant à des écoulements théoriques avec potentiel des vitesses présentant les mêmes caractères qu'un écoulement réel.

Il y a lieu de mentionner ici les bonnes vérifications expérimentales effectuées par M. Camichel, lorsqu'il a appliqué le principe des images de W. Thomson au mouvement de l'eau dans une chambre d'eau.

La généralisation à laquelle nous avons été conduit pour établir une représentation analytique de l'écoulement par les déversoirs, a consisté à envisager, non plus des sources isolées ou groupées en doublets, mais de véritables lignes de sources, admettant des droites pour support dans l'exemple particulier que nous avons traité, mais que rien n'empêche de prendre absolument quelconques dans le cas général.

L'écoulement théorique ainsi réalisé a lieu avec potentiel des vitesses, quelle que soit la forme des lignes de sources; de plus, les familles de trajectoires et d'équipotentielles ainsi obtenues sont susceptibles d'être déformées à volonté lorsqu'on fait varier certains paramètres dépendant des positions relatives des lignes de sources, ainsi que des coefficients de puissances de débit ou d'absorption, variables du reste tout le long d'une même ligne, et attachés à chaque élément différentiel de ces lignes.

En outre, en chaque point de ces lignes de courant théorique qui prennent naissance dans le plan des lignes de sources, est attaché un vecteur vitesse dont les composantes, qui dépendent uniquement des coordonnées du point, sont susceptibles de varier en même temps que certains autres paramètres. Il nous sera donc loisible de choisir convenablement tous les paramètres disponibles de manière à obtenir la meilleure coïncidence possible, de deux représentations théorique et expérimentale, tant au point de vue des formes qu'au point de vue de la répartition des vitesses.

Cette idée de combinaisons de lignes de sources est féconde, et l'application que nous en avons faite à l'écoulement par déversoir n'est que le début d'une série d'études de phénomènes du même genre susceptibles même d'une représentation dans l'espace à trois dimensions.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Nouveau mode de représentation des particularités des couches sphériques solaires.* Note (¹) de M. **da Costa Lobo**, présentée par M. Deslandres.

Dans l'intention d'apporter une contribution à l'étude des phénomènes solaires, je vais commencer à l'Observatoire astronomique de l'Université de Coïmbra la publication des images solaires représentées d'après un mode nouveau, et en ajoutant les mesures des surfaces et des positions, pour tous les jours où l'observation a été possible à Coïmbra et dans d'autres lieux. Nous pouvons disposer des images de l'Observatoire de Meudon avec lequel nous travaillons en accord et dont le grand spectrohéliographe a servi de modèle au nôtre.

Parmi ces images on en trouve chaque jour une qui mérite une mention spéciale, et qui sera utile pour les investigations, car les phénomènes y seront représentés en vraie grandeur et avec l'approximation que l'on peut atteindre.

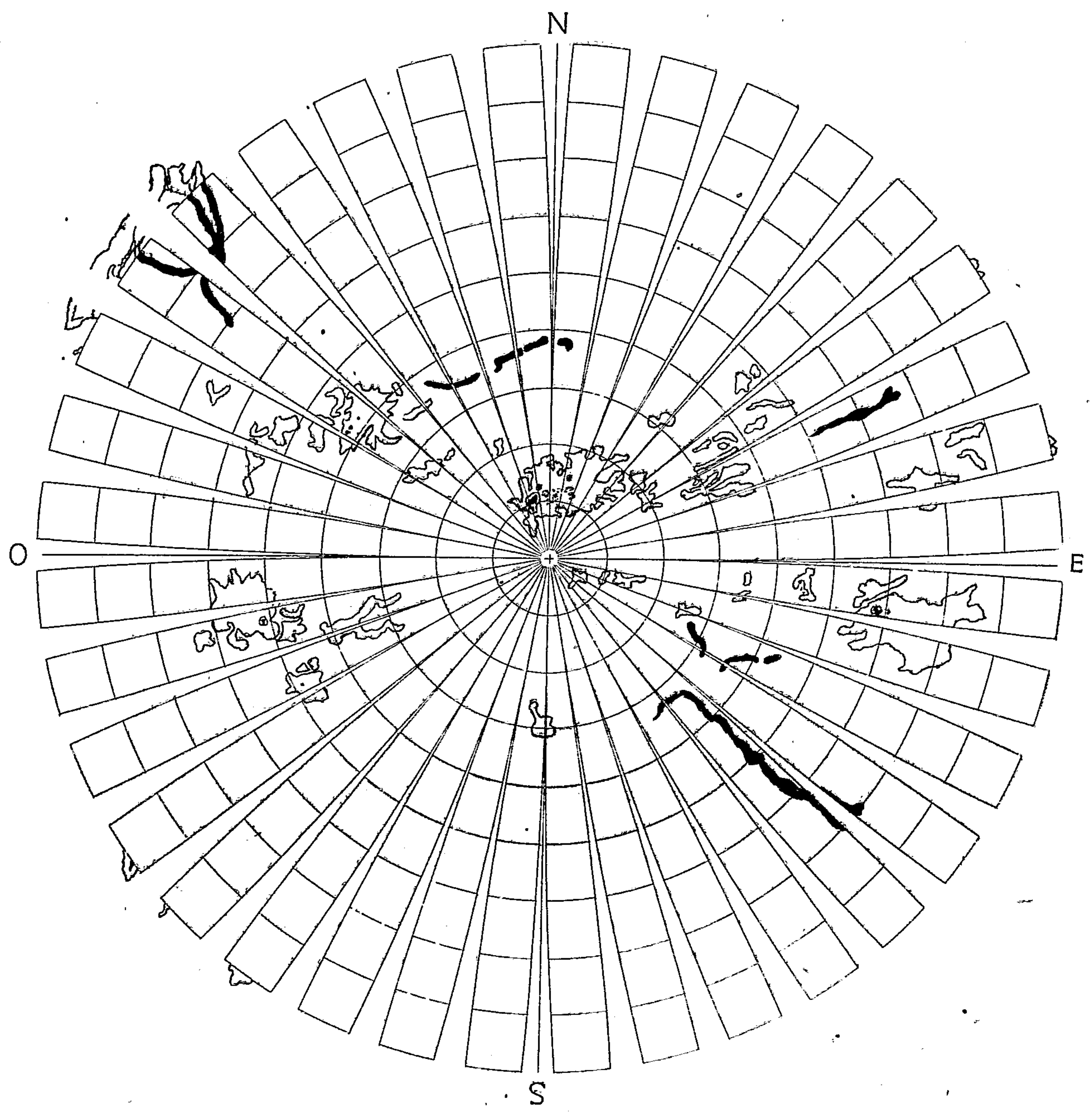
A cet effet j'adopte une nouvelle représentation plane de la sphère, dans laquelle les demi-fuseaux sont rabattus sur le plan tangent au centre de l'image solaire, chaque demi-fuseau ayant un angle de 10° et étant divisé en 9 parties (de 10° aussi), dans le sens des latitudes.

La représentation des phénomènes est obtenue par le relèvement méticuleux des figures qu'on trouve dans chacun des 324 quadrilatères, de l'hémisphère considéré.

Comme exemple de ces images spéciales, qui donnent les détails des couches avec leur surface exacte, on a reproduit ci-après celle du 17 janvier de l'année courante. Les filaments y sont représentés par des traits foncés, et les facules par des régions limitées par un trait fin. Les taches, qui apparaissent toujours à l'intérieur d'une plage faculaire, sont représentées par des points, ou des surfaces noires environnées par un trait qui limite la pénombre.

Dans les tables qui accompagneront les figures on donnera l'indication des phénomènes considérés dans leur ensemble, et dénombrés en neuf zones prises de dix en dix degrés, à partir du centre, dans le sens de la latitude.

(¹) Séance du 22 juillet 1929.



K_3 Calcium. — 17-I-29. — $9^h\ 20^m - 27^m$.

ÉLECTRONIQUE. — *L'excitation des spectres de l'hydrogène par choc électronique*. Note de (¹) M. **Stefan Vencov**, présentée par M. A. Cotton.

On attribue à l'hydrogène trois sortes de spectres qui apparaissent généralement ensemble quand on excite le gaz par des décharges électriques. La nature des particules qui les émettent a fait l'objet de nombreuses discussions; mais alors que le premier de ces spectres qui est un spectre de lignes a pu être attribué avec certitude à l'atome d'hydrogène, l'origine des deux autres, spectre de bandes et spectre continu, reste encore assez obscure.

Avec le dispositif expérimental décrit précédemment (²) j'ai obtenu des spectrogrammes, dont l'analyse a donné quelques résultats intéressant la question de cette origine.

Les photographies ont été faites entre 5000 et 2100 Å, avec de petits spectrographes à optique de quartz, objectifs de 20^{cm} de foyer, ouverts à $f/5$ et $f/15$. Les conditions expérimentales étaient maintenues constantes pendant la pose qui durait de 2 à 6 heures. La fente était orientée parallèlement au champ électrique de sorte que toutes les régions, entre le filament et la plaque, étaient photographiées en même temps.

Dans ces conditions je n'obtiens pas d'impressions pour 11-12 volts, car les bandes correspondantes sont dans l'ultraviolet lointain : 1650-1050 Å (³) et 1250-900 Å (⁴).

Au-dessous de 16 volts, Horton et Davies (⁵) obtiennent le spectre continu seul aux environs de 13,5 volts, le spectre secondaire et celui de Balmer ensemble à 15,9 volts (potentiel d'ionisation de la molécule d'hydrogène).

Duffendack (⁶) semble obtenir le spectre secondaire seul à 15 volts (valeur qui n'est pas corrigée de la chute ohmique du filament, environ 1,5 volt).

J'ai obtenu dans l'hydrogène pur les spectres continu et secondaire ensemble pour des tensions voisines du potentiel d'ionisation de la molécule

(¹) Séance du 22 juillet 1929.
(²) *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 27.
(³) G. H. Dicke et J. Hopfield, *Z. f. Physik*, 40, 1926, p. 29.
(⁴) S. Werner, *Proc. Roy. Soc. London*, 113, 1926, p. 107.
(⁵) F. Horton et C. Davies, *Phil. Mag.*, 46, 1923, p. 894.
(⁶) O. Duffendack, *Astroph. J.*, 60, 1924, p. 122.

(16,5 volts). Mes résultats sont sur ce point d'accord avec ceux de Richardson et Tanaka [1], Herzberg [2].

Sur les séries de clichés obtenus en faisant varier la pression du gaz ou le champ accélérateur, le spectre secondaire est formé par les plus fortes raies des bandes de Fulcher [3] et le spectre continu apparaît comme une bande homogène. Ce spectre continu couvre presque toute la région sensible de mes clichés depuis 4900 Å jusqu'à 2100 Å; il doit se prolonger même au delà de 1700 Å d'après les expériences de Schumann [4], Oldenberg [5], etc.

Il est nettement distinct de celui qui apparaît, en absorption, à la fin de la série de Balmer, dans les spectres des étoiles [6], et que Herzberg a cru obtenir en émission, dans les décharges sans électrodes.

Si j'augmente la tension au delà de 16 volts, sans changer la pression ($< 10^{-2}$ m.m Hg) les intensités des spectres, continu et secondaire, varient d'une façon indépendante. Celle du spectre continu dépend plutôt du degré de dissociation de la molécule d'hydrogène que de la valeur du champ électrique appliqué.

Si je fais croître la pression du gaz jusqu'à $0^{mm},5$ de Hg, leurs intensités croissent d'abord sensiblement pour décroître ensuite rapidement quand le libre parcours des molécules du gaz devient trop petit.

Cependant, si l'intensité du spectre continu varie, les valeurs relatives des intensités le long de ce spectre gardent les mêmes valeurs.

Les courbes microphotométriques de ce spectre restent parallèles.

Je mentionne également que les premières lignes du spectre de Balmer apparaissent avant 20 volts, ce qui montre que très probablement l'ionisation de la molécule d'hydrogène vers 16,5 volts est accompagnée d'une dissociation.

Ces résultats prouvent :

a. La liaison entre le spectre secondaire et continu;

b. Leur différence d'origine, étant donnée l'indépendance de la variation de leurs intensités.

---

(1) O. W. Richardson et Tanaka, *Proc. Roy. Soc. London*, 106, 1924, p. 640.

(2) G. Herzberg, *Ann. der Physik*, 84, 1927, p. 565.

(3) G. Fulcher, *Astroph. J.*, 37, 1913, p. 60.

(4) Schumann, *Smith. Inst.*, 29, 1903, p. 13; E. P. Lewis, *Phys. Rev.*, 16, 1920, p. 367.

(5) O. Oldenberg, *Zeits. f. Physik*, 41, 1927, p. 1.

(6) J. Hartmann, *Phys. Zeits.*, 18, 1917, p. 428.

POLARISATION ROTATOIRE MAGNÉTIQUE. — *Mesure du pouvoir rotatoire magnétique des gaz et des vapeurs*. Note de MM. **R. de Mallemann** et **P. Gabiano**, transmise par M. A. Cotton.

Nos connaissances expérimentales sur le pouvoir rotatoire magnétique des corps, dans l'état gazeux, sont encore très limitées. La question présente néanmoins un intérêt spécial pour la théorie du phénomène, dont les conclusions s'appliquent avec plus de rigueur aux gaz qu'aux liquides et aux solides. D'autre part, certains résultats antérieurs présentent des discordances et des anomalies. Il nous a donc semblé utile de reprendre la question dans son ensemble.

Un calcul immédiat montre que, pour obtenir des rotations appréciables au voisinage de la pression ordinaire, la différence de potentiel magnétique doit approcher de 10^6 unités C. G. S. On peut, il est vrai, opérer à très haute pression, en plaçant les nicols eux-mêmes dans le tube (Siertsema), mais cette méthode est inapplicable aux vapeurs et même à certains gaz. Le dispositif que nous avons réalisé permet de faire de bonnes mesures sous des pressions ne dépassant pas 2 à 3^{atm}, ou même inférieures à la pression normale.

Le solénoïde est formé de 6 bobines ayant chacune environ 1^m de long, disposées en série. L'ensemble comporte 21 276 spires de fil de 3^{mm} de diamètre, pouvant supporter un courant de 30^{amp}. Le tube destiné à recevoir le gaz est en laiton, son diamètre est de 35^{mm}. Il est fermé par des glaces ayant à peu près 3^{mm} d'épaisseur, mais soigneusement recuites et sans biréfringence appréciable. Les extrémités du tube débordent celles du solénoïde de 40^{cm} environ. Un second tube entoure complètement le premier, l'intervalle étant destiné à recevoir un courant d'eau ou de vapeur, suivant la température à réaliser. Des robinets relient le tube intérieur aux différents appareils d'évacuation et de remplissage, pompe à huile, gazomètre, compresseur, etc., et à un grand manomètre à mercure sur lequel on lit la pression à 1^{mm} près. On commence par faire le vide dans le tube, puis on le remplit de gaz à une température et sous une pression bien déterminées.

Le dispositif optique comporte un polariseur de Glazebrook et un analyseur de Lippich; la lumière d'une lampe à vapeur de mercure, décomposée par un gros prisme à déviation constante est concentrée sur un diaphragme de 1^{mm}, dont l'image est projetée sur l'analyseur par l'intermédiaire d'une

lentille de un mètre de distance focale. L'intensité du courant magnétisant est lue sur un ampèremètre précis, étalonné. La différence de potentiel magnétique Hl est ainsi connue à partir du nombre total de spires. Nous avons contrôlé les valeurs obtenues en mesurant successivement, dans chaque bobine, la rotation d'une colonne d'eau distillée; les nombres observés et calculés concordaient à deux ou trois millièmes près. L'effet du champ sur les glaces de fermeture est inappréciable; nous l'avons vérifié en faisant le vide dans le tube. Quand on laisse ensuite rentrer de l'air, on observe une rotation très nette; à la pression atmosphérique, celle-ci est la même avec ou sans les glaces.

Le tableau suivant résume nos premières observations (faites à la température ambiante). Les trois premiers gaz avaient déjà été étudiés antérieurement, mais pour SO^2 et CS^2 les résultats étaient des plus douteux.

					Rotations doubles.				
Corps.	t.	P^{mm}.	I^{amp}.	Hl.	578.	546.	436.	$\Lambda_{578}.10^6$.	$\Lambda_{578}^{0°/760^{mm}}.10^6$.
CO^2....	27°,9	3211	27	721500	0°,60	0°,68	1°,06	25,0	9,4
SO^2.....	27,7	2134	24	641330	1,64	1,86	3,06	76,6	30,5
CS^2.....	26,5	377	24	641330	0,82	0,96	1,64	38,3	84,5
C^2H^2...	28	2092	24	641330	1,72	1,96	3,24	80,5	31,9
C^2H^5Cl.	26,7	1286	24	641330	1,22	1,40	2,16	57,0	36,7

1° La valeur que nous trouvons pour CO^2 concorde bien avec le nombre obtenu par Siertsema et plus récemment par Sirk; elle est notablement inférieure au nombre de Becquerel ($\Lambda_D^{0/760} = 13,8.10^{-6}$).

2° Pour SO^2, notre résultat est encore inférieur à celui de Becquerel ($\Lambda_D^{0/760} = 33,5.10^{-6}$), mais par contre très supérieur à celui de Bichat ($\Lambda_D^{0/760} = 12,1.10^{-6}$).

3° Dans le cas de CS^2, le nombre que nous obtenons dépasse également beaucoup le résultat antérieur de Bichat. D'après celui-ci, la constante spécifique de CS^2 gazeux serait à peine 1/3 de celle du liquide; d'après nos mesures, le rapport serait voisin de 2/3.

4° La constante de l'acétylène est relativement grande; c'est un exemple de l'influence majorante de la triple liaison de carbone, qui confirme la connexion théorique entre la rotation magnétique et la réfringence.

ÉLECTROOPTIQUE. — *Sur la réflexion et l'absorption des rayons X de grande longueur d'onde.* Note (¹) de M. **M. A. Valouch**, présentée par M. de Broglie.

Les recherches récentes ont montré que, l'indice de réfraction des rayons X étant inférieur à l'unité $\mu = 1 - \delta$, on peut obtenir la réflexion totale des rayons X pour des angles d'incidence $\theta < \theta_m = \sqrt{2\delta}$ (θ mesuré à partir de la surface) et l'on a réussi à mesurer l'angle limite θ_m. J'ai réalisé une méthode qui permet de mesurer, au moyen d'une chambre d'ionisation appropriée, les valeurs du pouvoir réflecteur de différents miroirs pour des rayons X de longueur d'onde de quelques dizaines d'unités Å en fonction de θ (²).

Les premiers résultats, obtenus avec des miroirs de verre et d'aluminium et avec un rayonnement composé des rayons monochromatiques $K\alpha$ du carbone 44.9 Å et du fond continu émis à la tension de 320 volts, ont montré que le pouvoir réflecteur n'est pas constant dans le domaine de la réflexion totale, mais qu'il diminue rapidement quand θ croît. En effet on peut montrer, par la théorie classique, qu'un pouvoir réflecteur égal à l'unité dans tout l'intervalle de zéro à θ_m ne peut exister que pour une matière réfléchissante complètement transparente pour les rayons réfléchis, ce qui n'est pas le cas pour les rayons X ordinaires et surtout pour les rayons X très mous.

J'ai tracé, en fonction de θ, la courbe représentant la variation du pouvoir réflecteur obtenu expérimentalement; on peut d'autre part prévoir la courbe théorique de la façon suivante. Les formules de Fresnel, dans le cas de l'absorption, introduisent un indice complexe $\mu' = 1 - \delta - i\gamma$, où $1 - \delta = \mu$ et $\frac{4\pi\gamma}{\lambda}$ = le coefficient d'absorption; on en tire une valeur du pouvoir réflecteur, représentée par la formule :

$$R = \left| \frac{\sqrt{\sin^2\theta - 2\delta - 2\gamma i} - \sin\theta}{\sqrt{\sin^2\theta - 2\delta - 2\gamma i} + \sin\theta} \right|^2,$$

que Prins (³) a donnée pour les rayons X ordinaires et que ses mesures ont

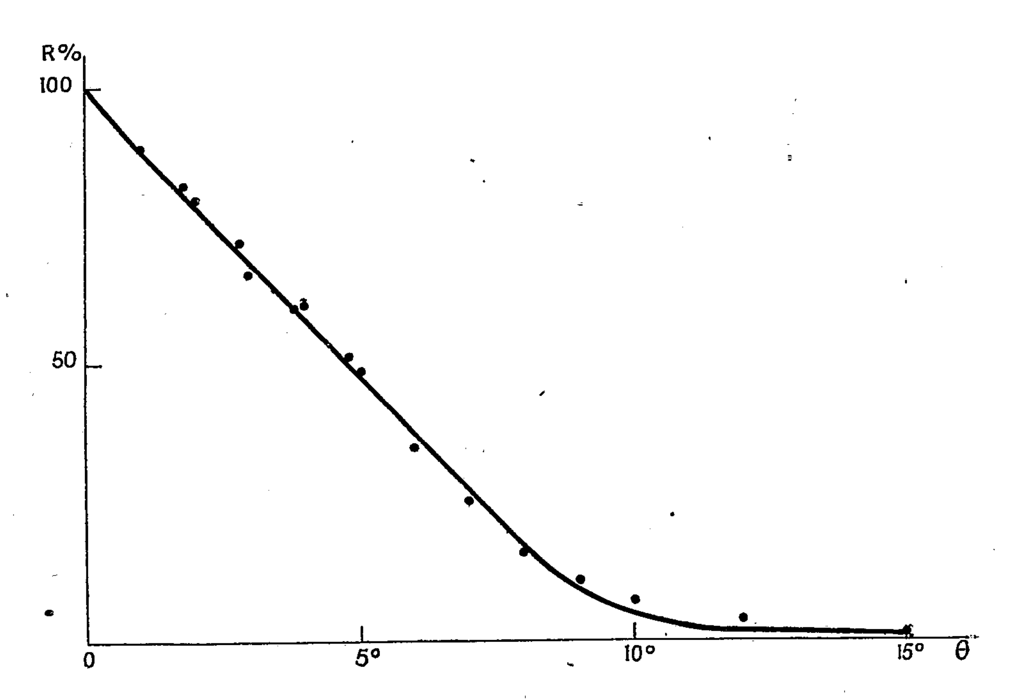
(¹) Séance du 17 juillet 1929.

(²) M. A. Valouch, *Bulletin de la Société française de Physique*, 1929, n° 280, p. 109.

(³) J. A. Prins, *Zeitschrift für Physik*, 47, 1928, p. 479.

vérifiée qualitativement; nous pouvons supposer qu'elle est valable, au moins approximativement pour les rayons X de grande longueur d'onde.

Ceci dit, on peut chercher quelles valeurs il faut donner à $\theta_m = \sqrt{2\delta}$ et au coefficient d'absorption dans la formule théorique pour obtenir une courbe qui se rapproche le plus possible de la courbe expérimentale. On trouve que, pour $\theta_m = 7°45'$ et un coefficient d'absorption égal à $1,4 \times 10^5$, on trace une courbe représentée sur la figure, sur laquelle les points expé-



rimentaux obtenus avec un miroir de flint (densité, $\rho = 3,6$), viennent se placer d'une façon satisfaisante. La formule classique de Drude-Lorentz nous donne l'angle $\theta_m = 8°5'$ pour $\lambda = 44.9$ Å et $\rho = 3,6$ en négligeant les fréquences propres, soit une valeur très proche de celle supposée pour la courbe théorique. D'autre part, la valeur du coefficient d'absorption est d'un ordre de grandeur vraisemblable dans ce domaine.

Il ressort donc de tout cela que cette méthode de mesure du pouvoir réflecteur est capable de donner en même temps les valeurs de l'indice de réfraction et du coefficient d'absorption. Il suffit de travailler dans des conditions bien définies (rayons monochromatiques, faisceaux fins, etc.), pour obtenir des valeurs exactes. En laissant pour plus tard la discussion de l'in-

fluence de l'état des surfaces, des couches superficielles, etc., je voudrais seulement remarquer qu'on a pu ainsi déterminer pour la première fois le coefficient d'absorption d'un corps aussi absorbant que le verre au plomb pour les rayons X de grande longueur d'onde.

D'autre part, mes résultats montrent qu'à cause de la forme des courbes du pouvoir réflecteur, les méthodes photographiques peuvent donner, pour θ_m dans cette région, des résultats très incertains et dépendant du temps de pose.

Il est enfin vraisemblable qu'il y aurait lieu de remplacer la formule classique par une autre tirée des nouvelles théories atomiques; mais il est à prévoir que ces conclusions n'en seraient pas sensiblement modifiées.

THERMOCHIMIE. — *Sur la mesure de la chaleur de dissolution limite des sels hydratés (méthode des chaleurs de dilution).* Note [1] de M. **J. Perreu**, présentée par M. C. Matignon.

La formule de M. C. Matignon

(1) $$X_n = X_N - f(n) + n f'(n)$$

relative aux chaleurs de dissolution moléculaire des sels en fonction des chaleurs de dilution [2] devient, dans le cas où la solution considérée est saturée,

(2) $$L = X_N - (\Delta + A),$$

où L est la chaleur de dissolution limite, X_N la chaleur initiale (chaleur de dissolution moléculaire du sel dans un grand excès d'eau), Δ la chaleur de dilution moléculaire, A la chaleur d'addition (chaleur mise en jeu par l'addition, à un grand excès de dissolution saturée, de la masse d'eau dissolvant à saturation la molécule-gramme de sel).

Mesure des chaleurs de dilution (1re *méthode*). — Elle consiste à diluer au calorimètre, un certain poids de solution, de titre connu, avec la masse d'eau nécessaire pour abaisser sa concentration au même taux que dans la mesure de la chaleur initiale X_N. On rapporte la chaleur dégagée à la molécule-gramme de sel hydraté. Voici les résultats que j'ai obtenus pour les cinq sels étudiés à 11°-12°.

(1) Séance du 29 juillet 1929.

(2) *Bull. Soc. Phil.*, 9e série, 11, 1908, p. 176-184.

Concentration de la sol. à diluer en sel p %.	Concentration de la sol. à diluer en eau n.	Masse de cette solution.	Masse de l'eau de dilut.	Concent. finale %.	Δt moyen.	$f(n)$ moyen.
			1. — CO^3Na^2, $10H^2O$.			
56 (sursat.)	28,373	62,701	422,5	4	−0,247	−1,85
49 (sat.)	32,424	55,465	419	»	−0,240	−1,74 (Δ)
45	35,307	59,066	417	»	−0,222	−1,66
40	39,72	76,875	483	»	−0,206	−1,53
35	45,37	73,319	421	»	−0,191	−1,42
30	52,96	80,734	465	»	−0,171	−1,23
25	63,55	80,905	340	»	−0,141	−1,06
20	79,44	81,866	290	»	−0,100	−0,8
			2. — SO^4Na^2, $10H^2O$.			
30 (sursat.)	59,629	57,73	400	3	−0,11	−1,25
25 (sat.)	71,555	64,5	380	»	−0,094	−1,065 (Δ)
22	81,333	76,7	400	»	−0,084	−0,94
20	89,444	84,06	400	»	−0,083	−0,85
18	99,382	102,74	436	»	−0,067	−0,77
15	119,259	101,64	354	»	−0,058	−0,65
10	178,888	122,12	260	»	−0,0345	−0,40
			3. — Cl^2Ba, $2H^2O$.			
41,5 (sat.)	32,717	46,885	430	3	−0,033	−0,28 (Δ)
40	33,94	57,506	507	»	−0,032	−0,27
35	38,79	61,009	482	»	−0,028	−0,24
30	45,26	62,172	490	»	−0,024	−0,21
25	54,31	57,484	398	»	−0,019	−0,16
20	67,888	72,045	340	»	−0,013	−0,12
			4. — PO^4Na^2, $12H^2O$.			
14 (sursat.)	142,063	62,38	456	1,5	−0,026	−0,64
11,5 (sat.)	172,94	80	479	»	−0,023	−0,56 (Δ)
10	198,88	80	412	»	−0,020	−0,5
			5. — SO^4Cu, $5H^2O$.			
32 (sat.)	43,316	68,34	386,5	3,7	−0,025	−0,17 (Δ)

Observations :

1. $f'(n)_{\text{sat.}} = 0{,}027$, $-nf'(n)_{\text{sat.}} = A = -0^c{,}875$, $L = -16^c{,}14 + 1^c{,}74 + 0^c{,}875 = -13^c{,}525$.
La méthode directe avait donné $L = -13^c{,}54$ [1].

(1) *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 167.

2. $f'(n)_{sat.} = 0,0132$, $-nf'(n)_{sat.} = A = -0^c,95$, $L = -18,82 + 1,065 + 0,95 = -16^c,805$,
L (méthode directe) $= -16^c,83$.

3. $f'(n)_{sat.} = 0,0078$, $-nf'(n)_{sat.} = A = -0^c,25$, $L = -5,20 + 0,28 + 0,25 = -4^c,68$,
L (méthode directe) $= -4^c,73$.

4. $f'(n)_{sat.} = 0,0026$, $-nf'(n)_{sat.} = A = -0^c,45$, $L = -22^c,80 + 0,56 + 0,45 = -21^c,79$.
L (méthode directe) $= -21^c,845$.

p désigne le nombre de grammes de sel hydraté, contenus dans 100^g d'eau libre de la solution à diluer et n le nombre de molécules d'eau libre pour 1 molécule de sel hydraté de la même solution.

Mesure directe de la chaleur d'addition A. — La chaleur d'addition $A = -nf'(n)$ (pour la saturation) a été mesurée directement en ajoutant une faible masse d'eau à un grand excès de la solution saturée. Voici les résultats fournis par l'expérience :

Sels employés.	Concentration de la solution saturée pour 100.	Masse de solution saturée.	Masse d'eau ajoutée.	Δt.	A.	A trouvé plus haut.	L.
		g	g	o	c	c	c
$CO^3Na^2, 10H^2O$..	49	500	40	−0,122	−0,88	−0,875	−13,52
$SO^4Na^2, 10H^2O$..	25	300	40	−0,0712	−0,97	−0,95	−16,785
$BaCl^2, 2H^2O$.....	41,5	300	40	−0,064	−0,25	−0,25	− 4,68
$PO^4HNa^2, 12H^2O$.	11,5	473,5	30	−0,0088	−0,45	−0,45	−21,79
$SO^4Cu, 5H^2O$....	32	300	50	négligeable			

En somme, les deux méthodes précédentes (méthode directe, méthode des chaleurs de dilution) ont donné pour L des résultats concordants. Toutefois, ces premières mesures sur les chaleurs de dilution et d'addition ne m'ont pas permis de trouver la chaleur limite du sulfate de cuivre, l'effet thermique observé étant trop faible.

ÉLECTROCHIMIE. — *Essais de préparation électrolytique directe de quelques permanganates métalliques.* Note (¹) de M. **Gaston Rapin**, transmise par M. Paul Sabatier.

L'électrolyse de solutions appropriées, réalisée au moyen d'anodes en silico-manganèse, m'ayant déjà permis d'obtenir les permanganates alca-

(¹) Séance du 17 juillet 1929.

lins et le permanganate d'ammonium, j'ai pensé que ce procédé pouvait être applicable pour l'obtention directe des permanganates alcalino-terreux. Effectivement, j'ai préparé ainsi les permanganates de calcium et de baryum.

1° *Permanganate de calcium.* — Un lait de chaux (anolyte) est électrolysé, l'anode étant formée d'un bloc compact de silico-manganèse, la cathode, d'une lame de Pt isolée par un diaphragme et plongeant dans de l'eau distillée.

Le courant passe péniblement au début, mais l'électrolyse étant amorcée par une goutte de SO^4H^2 ajoutée au catholyte, il prend une intensité de 0,1 ampère. La teinte pourpre de l'ion $\overline{MnO^4}$ apparaît et décèle le $(MnO^4)^2Ca$; elle s'intensifie, puis les ions $\overline{MnO^4}$ et Ca^{++} du $(MnO^4)^2Ca$, participent au transport du courant. L'intensité de celui-ci atteint alors, puis dépasse 1^A. Dans cet essai, il ne se forme pas d'ion manganique.

Les phénomènes de cataphorèse sont très marqués et le sens du transport varie au cours de l'essai :

a. Au début, mauvaise conductibilité de l'anolyte, bonne conductibilité du catholyte; le courant liquide s'établit de l'anode vers la cathode et le poreux cathodique déborde.

b. Du milieu à la fin, mauvaise conductibilité du catholyte, bonne conductibilité de l'anolyte; le courant liquide s'établit de la cathode vers l'anode et le poreux cathodique se vide.

J'ai essayé de réduire par H électrolytique la solution aqueuse et calcique du $(MnO^4)^2Ca$, obtenu. Celui-ci s'est décomposé avec formation de chaux et d'oxydes de Mn; il ne s'est pas fait de manganate.

2° *Permanganate de baryum.* — On l'obtient en électrolysant un lait de baryte (anolyte), en présence d'une anode de silicomanganèse et d'une cathode de Pt, diaphragmée. Pour éviter un échauffement considérable du bain et atténuer les effets de la cataphorèse, on opère avec une intensité de $1^A,5$.

L'ion $\overline{MnO^4}$, du $(MnO^4)^2Ba$, se forme et sa teinte pourpre gagne tout l'anolyte. Au bout de quelques instants, il se dépose des flocons bruns de manganate insoluble. Le dépôt de ce manganate se produit surtout pour les fortes intensités (3-4 ampères) et coïncide, par conséquent, avec un excès de O anodique. Le manganate de Ba dérive donc du permanganate correspondant, par une réoxydation électrolytique de celui-ci. Ce phénomène, très vraisemblablement dû à une formation intermédiaire de H^2O^2,

s'accorde parfaitement avec la réaction décrite par Gorgeu (1), d'après laquelle il serait possible de préparer le manganate de Ba, en ajoutant, avec précaution, H^2O^2 à une solution de $(MnO^4)^2Ba$.

Si l'on soumet à l'action de H électrolytique, la solution aqueuse et barytique de $(MnO^4)^2Ba$, cette liqueur conserve sa teinte pourpre, jusqu'à complète décoloration. On recueille au fond de l'électrolyseur une poudre verdâtre, insoluble, formée de manganate de baryum.

Ainsi, en électrolysant une solution aqueuse de baryte, l'anode étant formée d'un bloc de silico-manganèse, la cathode d'une lame de Pt non diaphragmée, on n'obtient seulement que du manganate. Le permanganate constitue une étape intermédiaire et sa transformation provient d'une oxydation et d'une réduction simultanées. Cette interprétation est rendue possible, par le fait que le manganate de baryum, corps très insoluble, échappe constamment au milieu réactionnel qui l'engendre.

Je rappelle que le manganate de baryum est une matière colorante connue sous les noms de : vert de manganèse, vert de Cassel, vert de Rosensthiel.

Conclusion. — Il résulte des nombreux essais que j'ai effectués que l'ion $\overline{MnO^4}$ se forme avec la plus grande facilité, à partir d'une anode de silico-manganèse. On peut donc prévoir, par ce procédé, la synthèse directe de tous les permanganates métalliques. Il doit suffire pour cela d'électrolyser à l'aide d'anodes en silico-manganèse, des solutions de composés basiques de ces métaux. Ces composés étant peu solubles, on n'obtiendrait que de faibles quantités de permanganate. Cependant, un tel procédé perfectionné doit permettre l'obtention directe et avantageuse des permanganates qui ne sont obtenus que par des doubles décompositions, à partir de MnO^4K.

CHIMIE PHYSIQUE. — *La teneur en eau des huiles essentielles et de la térébenthine.* Note (2) de M. **Hugh Nicol.**

Il est peu d'observations dans la chimie physique des parfums qui aient été plus fréquemment citées que celle de Tyndall, d'après laquelle la vapeur des huiles essentielles absorbe la chaleur rayonnante. Au cours

(1) Gorgeu, *Comptes rendus*, 110, 1890, p. 958.
(2) Séance du 1er juillet 1929.

d'une étude de ce problème, je fus conduit à la conclusion que l'absorption de chaleur que produisent ces huiles est en grande partie due à l'eau qu'elles contiennent. Il est remarquable que tant de commentateurs aient semblé oublier que les huiles essentielles sont distillées en présence de l'eau.

En recherchant la teneur en eau relative des huiles essentielles, j'ai été amené à déduire quelques conclusions d'ordre botanique. Il est possible que la détermination indirecte de la teneur en eau des huiles puisse être utile à la connaissance de la physiologie des plantes odorantes, et aussi au problème de la falsification des huiles commerciales.

La teneur en eau relative des huiles essentielles peut être déterminée d'après leur conductivité. Je dois à M. Vernon Hinkley, adjoint du *Northern Polytechnic*, la suggestion d'un dispositif très simple : une lampe à néon en parallèle avec un condensateur en série avec l'huile à éprouver et qui est traversée par un courant d'une tension de quelques cents volts. La fréquence d'allumage de la lampe correspond avec une exactitude suffisante à la teneur en eau de l'huile, contenue dans un tube en U carré et dans laquelle plongent les électrodes en fil de cuivre. Des modifications se suggéreront aisément, qui auront pour but de relever la précision des mesures (par exemple, si l'on voulait comparer la teneur en eau de plusieurs échantillons d'une même huile), mais la méthode indiquée a déjà apporté des résultats satisfaisants au problème que je me suis proposé.

La lecture des résultats se fait après avoir introduit dans le circuit une capacité suffisante qui diminue la fréquence des éclairs, de 12 à 80 par minute. Comme confirmation, on multiplie ou divise cette capacité : la nouvelle fréquence ne montre jamais un grand écart de proportionnalité avec la première.

Dans le tableau suivant, la fréquence d'allumage est calculée par minute pour une séparation des électrodes parallèles de 16^{mm} et pour une capacité basale de 0,01 microfarad, alimentée par un courant direct et constant de 480 volts. Le zéro de conductivité n'est marqué que si aucun éclair ne s'est produit deux minutes après avoir rapproché les électrodes de 5^{mm} avec une capacité en série de 0,001 microfarad.

Est également noté le degré du trouble produit par addition de chaque huile à de la térébenthine : cette turbidité répond aussi à la teneur en eau, la térébenthine (comme le xylène), étant presque absolument immiscible avec l'eau. L'ordre des conductivités donné dans le tableau a été qualitativement confirmé par la méthode électrostatique (perte de charge de l'électroscope).

Nom de la substance.	Nombre d'éclairs par minute pour 0mg,01	Turbidité avec la térébenthine.
Térébenthine	o	–
Romarin *	o	nulle
»	o	nulle
Thym blanc *	infime	minime
»	o	nulle
Thym rouge	infime	minime
Anis (badiane)	o	légère
Bergamotte	o	nulle
Limette distillée *	o	nulle
» exp. *	24	légère
Ylang-ylang *	o	non essayée
Eucalyptus pharm	2,4	légère
Citronelle Ceylan *	8	légère
» Java *	32	marquée
Palmarosa *	100	très marquée
Lemongrass *	2000	très intense
Géranium africain *	86	marquée
Girofle pharm. angl	144	très marquée
Cannelle feuilles *	540	très intense
Cassia	3200	très intense
Safrol	o	légère
Salicylate de méthyle	56	marquée
Benzoate de méthyle	80	marquée
» d'éthyle	36	légère
» d'isoamyle	o	nulle
» de benzyle	o	nulle
Anisaldéhyde	14400	très intense

* Échantillons dus à la maison R.-C. Treatt, de Londres.

On voit que les huiles des plantes du type xérophyte sont anhydres, même hydrofuges, ainsi que le sont les huiles de zeste. Par contre les huiles de *Cymbopogon* peuvent avoir une teneur en eau relativement élevée. Ces données sont en accord avec l'histoire botanique des huiles. Les xérophytes ont tout intérêt à être avares de l'eau de leurs sucs. Chez les Conifères, la gemme élaborée par les cellules épithéliales autour des canaux à résine passe à sec jusqu'en ces canaux. Si la térébenthine était à l'intérieur de la plante, elle supporterait plus facilement l'immixtion avec l'eau si nécessaire au métabolisme interne. Parry (*Cyclopædia of Perfumery*, Londres, 1925, 2, p. 575), en résumant la physiologie des huiles essentielles, fait une dis-

tinction claire entre les conifères, chez lesquels les canaux sont lysigènes, et « les Rutacées et beaucoup d'autres plantes » chez lesquelles les canaux sont d'origine mixte ou schizolysigènes.

La différence entre la térébenthine et les huiles anhydres qui, à une époque quelconque dans la plante mère, ont été en contact intime avec les solutions protoplasmiques aqueuses, ressort plus nettement si l'on fait l'épreuve de trouble, en substituant ces liquides à la térébenthine. Le thym blanc et l'anis (badiane), mais non pas le romarin ou la bergamotte, donnent un trouble avec la cannelle-feuilles; le thym blanc, mais non l'anis, donne un trouble avec le géranium africain et la citronelle de Ceylan. Seule la térébenthine, parmi les produits physiologiques essayés, donne un trouble avec toute huile contenant de l'eau.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Contribution à l'étude de la structure des gelées. Étude des gelées obtenues avec les sels de quinine, d'optoquine et d'eucupine.* Note de M. **Pierre Thomas** et Mlle **Marie Sibi**, présentée par M. Roux.

Nous avons signalé [1] la transformation de la forme cristalline de l'arabinosazone en fins cristaux longs et recourbés, flexibles, ayant l'apparence de cheveux enchevêtrés, susceptibles de fixer par capillarité une grande quantité d'eau. Nous avons montré que de nombreuses gelées, formées avec les corps les plus divers (acétal de sorbite, benzoylcystine, etc.) se transforment sous diverses influences en cristaux d'apparence semblable, l'action des solvants organiques se montrant particulièrement efficace.

Nous avons pu constater depuis un phénomène analogue avec l'urate de lithium, qui donne d'après Shade et Boden des gelées transparentes et très stables, finissant par montrer après un long temps des centres de cristallisation d'où partent de longs filaments rayonnants. En recouvrant la gelée d'urate de lithium avec des solvants comme l'alcool amylique, l'acétate d'éthyle, le benzène, la cristallisation est fortement accélérée; elle commence dans la partie supérieure du gel, là où diffuse le solvant, et les cristaux examinés au microscope présentent la forme de cheveux flexibles. Le phénomène est semblable, sauf en ce qui concerne la durée, à celui que nous a montré l'acétal de sorbite.

Encouragés par cette observation, nous avons entrepris l'étude des gels

(1) *Comptes rendus*, **182**, 1926, p. 314; **183**, 1926, p. 282; **185**, 1927, p. 540.

de divers sels de quinine, d'optoquine et d'eucupine, dont la formation a été signalée par Rona et plusieurs de ses collaborateurs. Ces auteurs avaient constaté la formation dans les gels de gouttes anisotropes précédant la formation des cristaux, mais ils ne paraissent pas avoir attaché d'intérêt particulier à l'aspect de ces derniers.

Nous avons préparé un gel par mélange d'une solution de chlorhydrate de quinine avec une solution saturée de sulfate de sodium, en opérant à peu près comme Rona l'a fait pour le phosphate. Au bout de 10 à 15 minutes, ce gel commence à cristalliser, les cristaux se présentent sous forme d'aiguilles très longues et très fines, fréquemment courbées, paraisssant flexibles et retenant par capillarité une grande quantité d'eau. Le gel lui-même, aussitôt formé, peut être brisé par quelques secousses vigoureuses en se résolvant en un liquide où nagent des flocons sans apparence nette de cristallisation. Rona avait constaté le même fait avec son gel de phosphate de quinine, et nous l'avons signalé déjà avec celui d'acétal de sorbite (1).

Lorsqu'on remplace le chlorhydrate de quinine par celui d'optoquine, il se fait également un gel, mais celui-ci ne commence à cristalliser spontanément qu'après plusieurs heures. Les cristaux se présentent comme nous avons pu le constater, sous forme de filaments longs, flexibles, très fins, ayant l'apparence de cheveux.

Enfin, le chlorhydrate d'eucupine (isoamylhydrocupréine) donne en présence d'acétate de sodium une gelée qui peut rester stable pendant des mois sans cristalliser; elle se brise par agitation, ce qu'avait déjà constaté Rona. En recouvrant cette gelée avec de l'acétone ou du benzène, nous avons observé la formation de cristaux à la surface en contact avec le solvant, mais il n'y a pas progression dans la masse. Celle-ci ne montre aucune rétraction. Ici encore, nous avons constaté que les cristaux se présentent sous forme de longs filaments ayant l'apparence de cheveux.

Dans tous ces cas, un simple chauffage suffit, après cristallisation ou rupture du gel, pour rendre le mélange homogène. Après refroidissement, un gel transparent prend de nouveau naissance. Nous constatons donc avec les nouveaux corps examinés la même propriété de donner des cristaux longs et flexibles, en rapport avec la propriété de donner des gels réversibles sous l'action de la chaleur.

Si nous examinons le diamètre moyen des filaments obtenus, nous constatons qu'il est du même ordre pour les substances, cependant extrêmement

---

(1) *Loc. cit.*

diverses, étudiées par nous. Qu'il s'agisse d'oléate de sodium, d'urate de lithium, d'acétal benzoïque de sorbite ou d'acétate d'eucupine, ce diamètre paraît être compris entre 1 et 3$^{\mu}$ environ.

On remarquera que les poids moléculaires de ces combinaisons sont très différents :

Urate de lithium	174
Oléate de sodium	304
Acétal de sorbite	358
Acétate d'eucupine	502

Alors que la molécule d'oléate se présente comme une longue série linéaire de chaînons carbonés, celle d'urate de lithium est constituée par un noyau peu volumineux, celle d'acétate d'eucupine étant formée par deux noyaux très rapprochés portant d'assez courtes chaînes latérales. Il ne semble donc pas possible d'établir un rapport entre la structure moléculaire et la propriété des corps étudiés de cristalliser sous la forme particulière que nous avons observée, mais il nous paraît évident que cette forme est en étroit rapport avec la formation des gels réversibles

CHIMIE PHYSIQUE. — *Pectographie des solutions colloïdales de sulfures métalliques.* Note de MM. **Paul Bary** et **José V. Rubio**, présentée par M. A.-Th. Schlœsing.

Poursuivant notre étude sur les figures obtenues par dessiccation des solutions colloïdales (Pectographie), nous avons opéré sur des solutions de sulfures d'antimoine, d'arsenic, de mercure, de cadmium, de zinc, de molybdène et de cuivre.

La dessiccation de ces solutions colloïdales était obtenue indistinctement en les plaçant dans des vases cylindriques de verre dans chacun desquels plongeait une lamelle de verre étroite et longue. Cette lamelle prend dans le vase une position légèrement inclinée sur la verticale et l'on remarque uniformément que le dépôt laissé sur les lamelles par l'évaporation du liquide de la solution ne se produit d'une manière régulière que sur la face supérieure, l'autre face ne portant jamais que des traces insignifiantes de ce dépôt. L'évaporation du liquide était faite soit à l'étuve, soit sous le vide sulfurique, suivant les cas.

Voici le résumé de nos observations :

Sulfure d'arsenic et d'antimoine. — Les pectographies de ces deux sulfures se

présentent sous la forme de lignes parallèles horizontales qui, vues par transparence sous le microscope, sont jaunes sur fond clair. Placées entre nicols à l'extinction, elles prennent une couleur variable allant du jaune au verdâtre suivant les points examinés.

Lorsque le dépôt de As^2S^3 laissé sur la lamelle de verre est assez épais, on voit apparaître une quantité considérable de lignes horizontales très fines et très droites d'un écartement moyen de $6^\mu,3$.

Sulfure de mercure. — La pectographie, sauf sa couleur brune, ressemble beaucoup à certaines de sulfure d'arsenic. Elles sont toutes deux caractérisées par une série de bandes colorées horizontales, assez claires à la partie supérieure et vont augmentant de coloration jusqu'au bas, où elles cessent brusquement par une ligne nette.

Sulfure de cadmium. — 1° Les pectographies de solutions diluées sont caractérisées par une série de lignes horizontales jaunes, analogues à celles signalées plus haut pour As^2S^3 et HgS.

2° Les solutions moyennement concentrées donnent des pectographies montrant un dépôt d'épaisseur assez variable, contenant une série de fines lignes parallèles, semblables à celles de As^2S^3 et ayant un écartement moyen de $7^\mu,3$.

3° Les solutions concentrées donnent des figures plus compliquées avec des cassures courbes et des écailles d'épaisseurs très variables montrant que ces dépôts se sont produits alors que le liquide commençait à floculer.

Sulfure de zinc. — Les pectographies sont formées d'une couche mince transparente comme le verre, présentant quelques cassures dans les parties les plus épaisses. Elles portaient, en outre, une série de lignes parallèles analogues à celles de As^2S^3 et de Cd S; leur distance moyenne est de $11^\mu,6$.

Sulfure de molybdène. — Le dépôt ne présente pas les mêmes caractères que les précédents : c'est une gelée à peu près homogène déposée sur le verre par l'évaporation, elle se fendille en écailles très allongées à direction horizontale.

Sulfure de cuivre. — Très différentes, les pectographies sont formées de lignes ondulées de direction générale horizontale, qui s'anastomosent entre elles en différents points pour former un réseau.

Nous avons pu obtenir, de tous les caractères principaux de ces dépôts, des photomicrographies que nous publierons dans un autre Recueil avec tous les détails qui n'ont pu trouver place ici.

On peut conclure de ces observations que les solutions de sulfures métalliques étudiées, sauf celle de sulfure de cuivre, déposent sur le verre une couche de gelée qui, en perdant son eau de gonflement, se craquelle suivant des formes variées.

Lorsque les solutions sont peu concentrées, la couche est formée de bandes horizontales alternativement claires et foncées (antimoine, arsenic, mercure, cadmium et zinc).

A une concentration plus forte, lorsque celle-ci est compatible avec la

stabilité de la suspension, on voit apparaître une série de lignes très droites et assez rapprochées les unes des autres (de l'ordre de quelques microns). Exemple : arsenic, cadmium, zinc.

Le sulfure de cuivre, pour les préparations que nous avons utilisées, fait exception à ces règles.

Le caractère le plus général est que le dépôt par dessiccation des solutions de sulfures métalliques est toujours une gelée, parfois peu gonflée d'eau. Cette même observation a été faite également sur les oxydes de fer, de chrome, d'aluminium, que nous avons décrits précédemment, et sur la silice que nous avons faite depuis.

Toutes ces liqueurs, qui ne présentent que fort peu l'effet Tyndall, peuvent donc être considérées comme des solutions aqueuses d'une gelée de matière colloïdale. Cette gelée liquide emprisonne, en les stabilisant, des granules de la matière non gonflée, dont la quantité peut être plus ou moins grande, suivant l'efficacité de la matière, à l'état de gelée, comme protecteur de la suspension.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la réduction du permanganate par les sels manganeux.* Note [1] de MM. **M. Geloso** et **P. Dubois**, transmise par M. G. Urbain.

L'action du permanganate sur les sels manganeux, signalée par Gorgeu [2], a été représentée par l'équation

$$2\,MnO^{4-} + 3\,Mn^{++} + 2\,H^2O \rightarrow 5\,MnO^2 + 4\,H^+,$$

à la condition d'opérer en présence d'un corps assez basique pour saturer l'acidité formée. En réalité, le précipité obtenu n'est pas un bioxyde [3] mais un oxyde de degré légèrement inférieur. Les formules attribuées à ce *pseudo-bioxyde* dépendant des conditions de sa formation, nous avons entrepris une étude systématique des facteurs de la réaction.

Le mode opératoire est le suivant : à 500g de solution chlorhydrique de chlorure de manganèse, on ajoute du carbonate de calcium précipité, en

---

(1) Séance du 29 juillet 1929.

(2) Gorgeu, *Ann. de Phys. et Chim.*, 3e série, 66, 1862, p. 153.

(3) Chesneau, *Revue de Métall.*, 4, 1907, p. 97; Travers, *Ann. de Chimie*, 9e série, 12, 1919, p. 33.

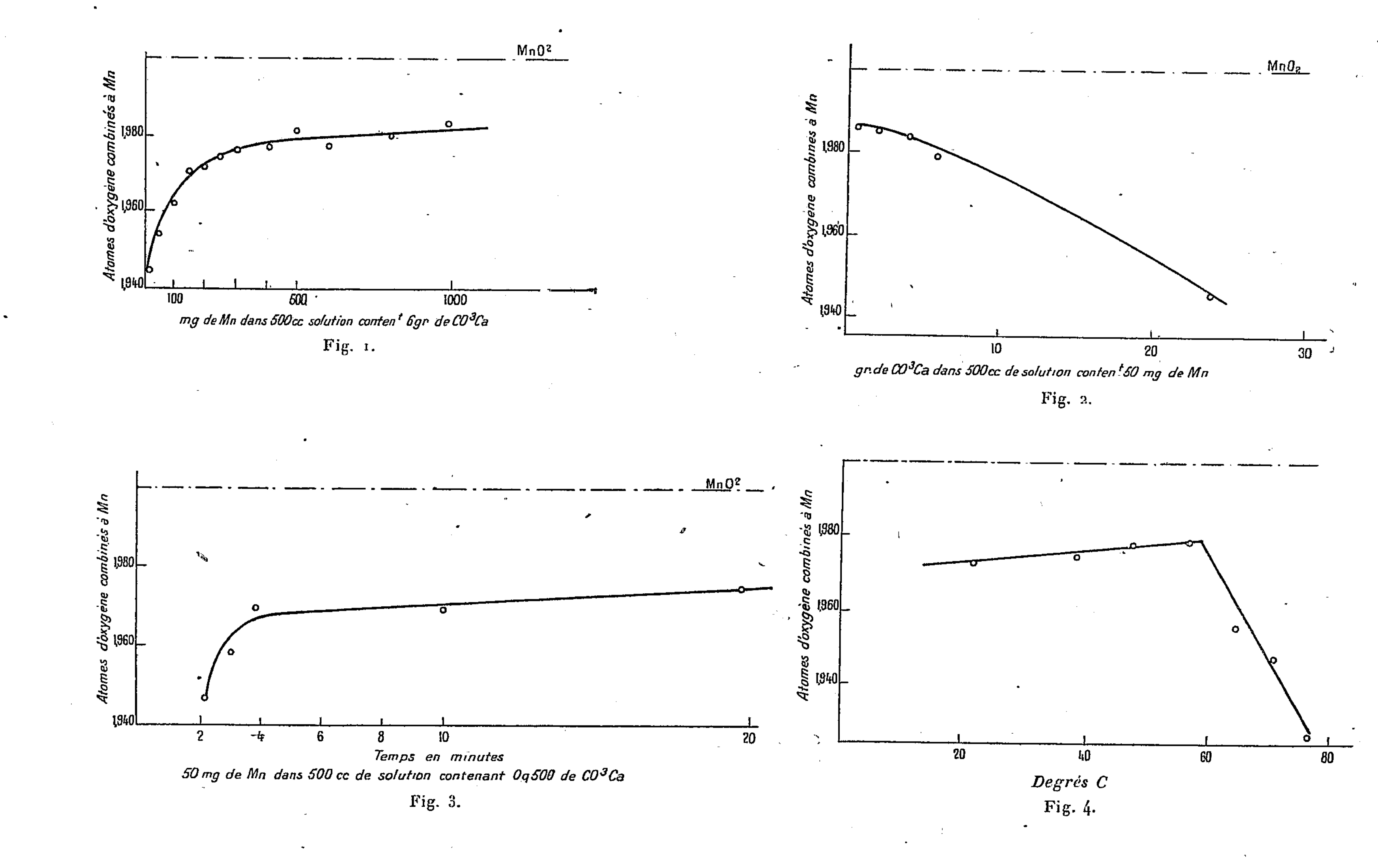


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

léger excès et l'on porte dans un thermostat à 60°. On titre en 2,15 minutes avec le volume de permanganate calculé approximativement d'après l'équation réactionnelle. Par tâtonnements on obtient successivement un filtrat incolore, puis un autre faiblement teinté pour une différence d'une seule goutte de permanganate.

Influence de la concentration (*fig.* 1). — Le degré oxydimétrique du précipité augmente de façon continue avec la concentration mais reste néanmoins notablement inférieur à celui du bioxyde.

Influence de la présence du carbonate de calcium (*fig.* 2). — Ce sel n'intervient pas uniquement pour neutraliser l'acidité formée. Sa présence comme corps de fond masque une partie du manganèse divalent. Cette dissimulation doit être attribuée dans une certaine mesure à la formation de carbonate de manganèse insoluble qui ne réagit que difficilement. On peut, en outre montrer, par l'expérience suivante, une action de surface importante du sel de calcium : deux solutions identiques de chlorure de manganèse placées à 60° pendant 5 minutes en présence l'une de 25^{g} de carbonate de calcium précipité, l'autre de $0^{g},5$ de ce carbonate et de $24^{g},5$ de marbre exigent, pour titrer les filtrats, respectivement $2^{cm^3},3$ et $36^{cm^3},2$ de permanganate. Nous pensons que ce phénomène nous permettra d'expliquer, en partie, dans un prochain travail le mécanisme de la réaction.

Variation de la durée de la réaction (*fig.* 3). — La forme de la courbe montre une évolution progressive et de plus en plus lente du précipité vers la composition MnO^2. Cette forme est imposée par le mécanisme même de la réduction du permanganate qui s'effectue, comme nous l'avons vérifié, en deux stades distincts :

a. Réaction entre ions, donc immédiate ;

b. Réaction hétérogène du permanganate sur la phase solide, d'autant plus complète que la durée de l'opération est plus grande.

Variation de la température (*fig.* 4). — Nous avons opéré à la concentration de 500^{mg} de Mn dans 500^{cm^3} de solution contenant 6^{g} de carbonate de calcium. Les résultats peuvent être représentés graphiquement par une ligne brisée montrant la superposition de phénomènes sur lesquels la température agit en sens opposés. La dissimulation du manganèse divalent devient prépondérante au delà de 60°.

En résumé l'ensemble des résultats obtenus impose l'idée de *variation continue* pour le degré oxydimétrique des pseudo-bioxydes et exclut toute possibilité de formation de composés définis.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches stéréochimiques dans la série de la benzalacétophénone. L'isomérie stéréochimique des α-bromo-β-éthoxybenzalacétophénones.* Note (¹) de MM. **Charles Dufraisse** et **Roger Netter**, présentée par M. Matignon.

Dans les recherches sur l'isomérie stéréochimique des corps éthyléniques, il est parfois difficile, mais presque toujours possible, de distinguer l'isomérie véritable des phénomènes de polymorphisme (²).

En particulier, la discrimination a pu être faite chez les α-bromo-β-alcoxybenzalacétophénones $C^6H^5-CO-CBr=C(OR)-C^6H^5$ objet de publications précédentes (³).

C'est ainsi que l'expérience a permis de rattacher les trois formes, qui furent alors isolées, du corps bromométhoxylé

$$C^6H^5-CO-CBr=C(OCH^3)-C^6H^5$$

à deux stéréoisomères, l'un A, fondant à 102°, l'autre B, fondant à 64° ou 72°, suivant qu'il s'agit de la forme Bα ou de la forme Bβ.

L'homologue éthoxylé $C^6H^5-CO-CBr=C(OC^2H^5)-C^6H^5$ a été également décrit sous trois formes, fondant respectivement à 63°, 73° et 76°, mais, à la différence du corps méthoxylé précédent, reconnues comme formes de polymorphisme d'un unique composé. A la vérité, par irradiation de ce corps, il était apparu de petites quantités d'un autre corps fondant à 84-85°, mais si instable et si difficile à isoler, que son étude et même son analyse n'avaient pu être faites. Il n'avait donc pas été possible de savoir si c'était le stéréoisomère ou une autre matière, et, par suite, si l'α-bromo-β-éthoxybenzalacétophénone était susceptible de présenter la même isomérie que son homologue inférieur méthoxylé.

Il y avait là un point important à élucider qui nous a engagés à reprendre cette question, avec l'espoir d'obtenir le second isomère prévu par la théorie classique.

Nous avons reconnu que c'est précisément le corps fondant à 85° entrevu par Dufraisse et Gillet (⁴) et, de plus, que ce corps se forme en proportions

(¹) Séance du 29 juillet 1929.

(²) Ch. Dufraisse et A. Gillet, *Annales de Chimie*, 10e série, 6, 1926, p. 295.

(³) Ch. Dufraisse et A. Gillet, *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 948, et *Annales de Chimie*, 10e série, 11, 1929, p. 5.

(⁴) Ch. Dufraisse et A. Gillet, *Annales de Chimie*, 10e série, 11, 1929, p. 7.

relativement élevées dans la préparation même de l'isomère déjà décrit; s'il était passé inaperçu, cela tenait à sa grande labilité qui le faisait disparaître au cours des traitements.

La séparation des deux corps est extrêmement difficile : leurs couleurs, leurs solubilités, leurs formes cristallines sont très voisines.

Les raisons qui nous ont permis d'affirmer que le corps fondant à 85° est bien l'isomère stéréochimique attendu sont les suivantes :

1° Son analyse et ses propriétés chimiques correspondent à la formule $C^6H^5-CO-CBr=C(OC^2H^5)-C^6H^5$;

2° Il donne facilement par transmutation l'isomère anciennement décrit;

3° D'autre part, il en est bien distinct et n'en constitue pas une quatrième variété polymorphique, car il n'en amorce pas les solutions sursaturées, et, réciproquement, il ne cristallise pas au contact d'un germe de son isomère. De même, le liquide de fusion de chacun des deux corps ne cristallise pas par amorçage avec un germe de l'autre. Enfin, le mélange des deux à parties égales fond à un point de fusion inférieur au point de fusion le plus bas, et, après solidification, on retrouve le mélange des deux : les deux corps ont gardé leur individualité, ce qui ne pourrait avoir lieu s'il s'agissait de deux formes polymorphes d'un corps unique.

Le corps fondant à 85° et entrevu par Ch. Dufraisse et A. Gillet est donc, non pas une nouvelle forme cristalline du composé bromoéthoxylé décrit auparavant, mais bien réellement un isomère. Nous estimons que c'est l'isomère stéréochimique.

Toute l'étude des transmutations des deux corps confirme cette opinion. Les résultats sont assez comparables à ceux qui ont été trouvés pour l'homologue inférieur méthoxylé : les transmutations sont réversibles et toujours accélérées par la lumière (solaire ou ultraviolette); la transformation de l'isomère fondant le plus haut, appelé isomère A, en isomère fondant le plus bas, appelé isomère B, est très nettement accélérée par la chaleur ainsi que par les acides, tandis qu'elle est retardée par les bases. Toutefois, nous n'avons pas pu reproduire ici le phénomène décrit pour les corps méthoxylés, c'est-à-dire la transformation intégrale, à volonté, des cristaux de l'un quelconque des deux isomères en cristaux de l'autre, par irradiation au contact de leurs solutions saturées, en équilibre photochimique, le dépôt de l'un ou de l'autre dépendant seulement du signe de la réaction du milieu : avec les éthoxy, la transformation intégrale des cristaux au contact des solutions saturées n'a lieu que dans le sens $A \rightarrow B$, quelle que soit la réaction du milieu.

Nous avions signalé antérieurement, d'une part, les analogies, cristallographiques et autres, qui existent entre les α.β-dihalogénobenzalacétophénones

$$C^6H^5 - CO - CX = CX - C^6H^5$$

et les α-bromo-β-méthoxybenzalacétophénones

$$C^6H^5 - CO - CBr = C(OCH^3) - C^6H^5,$$

et d'autre part, au contraire, les différences entre ces derniers et l'homologue éthoxylé. L'une de ces différences, l'absence du stéréoisomère, disparaît comme conséquence du présent travail. Il n'en demeure pas moins que, tout au moins dans la série étudiée, quand on substitue le reste $CH^3O -$ à son homologue $C^2H^5O -$, on modifie davantage l'architecture d'une molécule que si l'on substitue le même reste $CH^3O -$ à Br.

BOTANIQUE. — *Nouvelles observations sur les* Pirocydonia *et leurs générateurs*. Note [1] de M. **Lucien Daniel**, transmise par M. P.-A. Dangeard.

Les *Pirocydonia* sont des hydrides de greffe obtenus entre le Poirier et le Cognassier et qui offrent la particularité d'être complètement stériles. L'un d'eux, le *P. Danieli*, est, comme morphologie interne et externe, *intermédiaire* entre ses deux générateurs; l'autre, le *P. Winkleri*, est un hybride de greffe *renforcé*, c'est-à-dire qu'il présente quelques caractères intermédiaires entre ses deux parents quand la plupart des autres caractères sont renforcés par rapport à ceux du parent Cognassier.

J'ai montré [2] que la réceptivité du *P. Danieli* vis-à-vis du *Gymnosporangium Sabinæ* est aussi intermédiaire entre celles de ses deux parents. Ainsi le Poirier est attaqué par ce champignon qui forme sur les feuilles des taches rouges avec des pycnides et des écidies (*Œcidium concellatum*) tandis que le Cognassier est respecté par ce parasite. Sur les feuilles de l'hybride de greffe, celui-ci produit des taches rougeâtres mais il ne peut y achever

---

(1) Séance du 29 juillet 1929.

(2) Lucien Daniel, *L'hybridation asexuelle ou variation spécifique chez les plantes greffées* (*Revue générale de Botanique*, 26 et 27, 1914-1915, p. 1-61); *Nouvelles observations sur les hybrides de greffe et l'hérédité chez les plantes greffées* (*Revue bretonne de Botanique*, 19, 1924, p. 1-70) etc.

son développement et ne donne pas d'écidies. Ce fait est très important, car il suffit à montrer que l'hypothèse des Chimères périclinales d'Hans Winkler et d'Erwin Baur est inexacte dans ce cas.

Des infections expérimentales ont été faites récemment par Mlle Maurizio (¹) sur les *Pirocydonia* et les *Cratægomespilus*. Elles ont montré que la résistance du *P. Danieli* au *Gymnosporangium Sabinæ* est *intermédiaire* entre celles de ses deux générateurs. Chez le *P. Winkleri*, la résistance au *Podosphœria oxyacanthæ*, f. sp. *Cydoniæ* est plus faible que chez le moins résistant des parents, le Cognassier. La réceptivité de l'hybride de greffe est ainsi *renforcée* par rapport au parent Cognassier. Enfin, chez les *Cratœgomespilus*, les formes *C. Dardari* et *C. Asnieresi* se comportent différemment après infection avec les *Gymnosporangium* et *Podosphœsia*. De ces faits, Mlle Maurizio conclut qu'ils ne peuvent s'expliquer par la théorie des Chimères périclinales.

Il était intéressant de rechercher comment les *Pirocydonia* résistaient aux facteurs météorologiques, par comparaison avec leurs parents. Les froids rigoureux de cet hiver (— 21° à Rennes) ont permis de s'en rendre compte. Le Poirier, le Cognassier ordinaire, le *P. Danieli* greffé ou surgreffé tant sur Poirier de semis que sur le Cognassier ordinaire, n'ont pas souffert et ont poussé normalement ce printemps. Chose curieuse, le Cognassier de Portugal, variété du Cognassier ordinaire, s'est montré moins résistant; ses pousses de l'an dernier ont gelé pour la plupart mais les parties plus anciennes n'ont pas été atteintes. Le *P. Winkleri*, franc de pied ou greffé sur Cognassier ordinaire, a été plus éprouvé. Non seulement les jeunes pousses de l'année ont péri mais aussi des parties âgées de plusieurs années. Sa sensibilité au froid est donc *renforcée* par rapport au Cognassier.

Un autre résultat curieux a été fourni par deux greffes de Cognassier de Portugal faites à l'extrémité de branches charpentières d'une pyramide du Poirier Beurré William's greffé sur Cognassier ordinaire dans les jardins de mon Laboratoire. Ces greffes, datant de 1921, avaient donné des fruits tous les ans à partir de la 3e année de greffe. Elles étaient donc bien réussies, bien que l'on continue à professer que le greffage du Cognassier sur Poirier est impossible quand au contraire celui du Poirier sur Cognassier est d'un

(¹) A. M. Maurizio, *Zur Biologie und Systematik der Pomaceen bewohnenden Podosphaeren* (*Centralb. f. Batkteriologie, Parasitenkunde und Infektions-Krankeiten*, 72, 1927, p. 145).

usage courant [1]. L'une des deux greffes a gelé entièrement cet hiver; la seconde a résisté par une courte portion de sa base et a fourni au printemps de petites pousses de couleur pâle. La résistance au froid peut donc être diminuée par le greffage chez certains végétaux quand elle est au contraire augmentée chez d'autres comme les Absinthes, les Orangers, etc.

Le greffage simple (olodibioses) et le surgreffage (hyperbioses) du Poirier avec les *Pirocydonia* donnent lieu également à des observations intéressantes. Depuis 1920, je suis le développement de quatre variétés de Poirier de vigueur différente, le Conseiller à la Cour, le Beurré William's, la Duchesse et la Figue d'Alençon, surgreffées comparativement sur quatre branches primitivement égales d'un même pied de *P. Danieli* multiplié par greffe sur Cognassier. La Duchesse a été étouffée au bout de quatre ans; la Figue d'Alençon vit toujours mais elle se développe lentement; les deux autres variétés sont les plus vigoureuses tout en restant inférieures comme taille aux mêmes variétés greffées directement sur Cognassier. Cette année, elles sont chargées de fruits.

Au lieu d'employer le surgreffage multiple d'un même individu, M. Mauriceau, directeur du jardin des plantes de Rennes, a fait des surgreffages simples (hyperolodibioses) en prenant pour mésobiote tantôt le P. *Winkleri*, tantôt le P. *Danieli*. Bien que ces essais datent seulement de quelques années, on peut dire que la vigueur particulière des variétés greffées s'est montrée variable suivant leur nature et le mésobiote utilisé. Certains types très vigoureux greffés directement sur Cognassier perdent une partie de leur vigueur avec le P. *Winkleri*. D'autres qui végètent mal, placés sur Cognassier, comme Marguerite Marillat par exemple, se comportent beaucoup mieux surgreffés sur le même P. *Winkleri* et donnent alors de beaux et bons fruits.

Il serait prématuré de tirer de ces premiers résultats des conclusions fermes; il est nécessaire pour cela que les essais soient continués et étendus pendant une longue période non seulement à Rennes, pays d'origine des *Pirocydonia*, mais ailleurs. Cependant on peut dire déjà que l'emploi comme mésobiotes de ces hybrides de greffe semble devoir donner des résul-

---

(1) On a signalé la réussite de certains greffages entre espèces qui échouent si l'on pratique le greffage inverse. Il y aurait lieu de vérifier ces faits qui sont peut-être exagérés comme dans le cas du Poirier et du Cognassier.

tats pratiques intéressants tant dans la conduite des petites formes du Poirier que dans celle de certaines variétés qui réussissent mal, greffées directement sur Cognassier.

PHYSIOLOGIE. — *Le calcium du sang des moutons normaux et des moutons éthyroïdés.* Note de MM. **P. V. Botchkareff** et **M. P. Danilova**, présentée par M. Roux.

Il est bien connu depuis longtemps que la parathyroïdectomie complète, chez les jeunes moutons, ne provoque pas des symptômes d'insuffisance parathyroïdienne. On peut expliquer ce fait par l'existence des glandes parathyroïdes accessoires le long de la trachée, décrites par Roussi. Il est bien établi, aussi, que dans ces conditions le taux du calcium sanguin ne change point. Néanmoins beaucoup d'auteurs ont signalé la diminution de la chaux dans le sang après la thyroïdectomie, c'est-à-dire après la parathyroïdectomie partielle. Bien que Parhon explique ce déficit par la tendance aux hémorragies et même par les lésions cutanées, conséquence de la thyroïdectomie, l'interprétation de ces faits semble d'être d'autant plus difficile que beaucoup d'autres auteurs ont publié des données contradictoires. Il est bien évident que les chiffres exacts pourraient être plus utiles que les théories les plus ingénieuses.

Nous avons étudié cette question sur les moutons éthyroïdés dont le sang sert à la préparation de l'antithyroïdine. C'étaient de jeunes moutons de la race Karatchaï (nord du Caucase) sur lesquels à l'âge d'un an on pratiqua une thyroïdectomie complète, en enlevant, bien entendu, en même temps les parathyroïdes internes ou inférieures. Six mois après l'opération nous avons choisi 20 moutons chez lesquels on pouvait constater les signes les plus marqués de l'insuffisance thyroïdienne. Les dosages du calcium dans le sang de ces moutons, effectués selon la méthode de Kramer et Tisdall, ont été faits six fois pendant un mois et demi, aux intervalles d'une semaine. D'une manière tout à fait pareille nous avons examiné le sang chez 23 moutons normaux de la même race et du même âge. Les données de six dosages individuels étaient bien constantes, la différence entre eux ne dépassant 1^{mg} pour 100^{cm^3}. La calcémie moyenne des animaux éthyroïdés et des animaux normaux étant calculée et les dixièmes de milligramme rejetés, nous présentons nos chiffres dans le tableau suivant :

Moutons normaux.

Nombre de moutons.	Calcémie moyenne.
8	9^{mg} pour 100^{cm^3}
11	10 »
1	11 »
2	12 »
1	13 »

La calcémie moyenne normale chez 23 moutons est égale, par suite, à 10^{mg} pour 100^{cm^3}.

Moutons éthyroïdés.

Nombre de moutons.	Calcémie moyenne.
8	9^{mg} pour 100^{cm^3}
7	10 »
4	11 »
1	12 »

La calcémie moyenne chez 20 moutons éthyroïdés est égale à $9^{mg},90$ pour 100^{cm^3}.

La différence entre ces deux moyennes étant négligeable, on peut conclure que :

1° La calcémie moyenne normale des moutons, à l'âge de 1 an $^1/_2$, est de 10^{mg} pour 100^{cm^3};

2° La thyroïdectomie complète, y compris l'ablation simultanée des parathyroïdes internes, n'influence point la calcémie.

ÉLECTROPHYSIOLOGIE. — *Chronaxies sensorielles cutanées chez l'Homme normal.* Note (¹) de M. **Georges Bourguignon**, présentée par M. d'Arsonval.

La méthode monopolaire ne permet pas de déterminer les chronaxies des terminaisons sensitives par excitation de la peau, probablement en raison de la diffusion trop grande du courant. Au contraire, cette méthode m'a permis de donner la chronaxie des nerfs sensitifs rachidiens : cette

(¹) Séance du 29 juillet 1929.

chronaxie a une distribution régionale et il y a *isochronisme sensitivo-moteur par région* (1).

Dès ces premières recherches, j'avais fait ressortir que l'excitation d'un tronc nerveux sensitif ou mixte par le courant galvanique provoque un fourmillement qui part de l'électrode, trace tout le trajet du nerf et s'épanouit dans son territoire d'innervation cutanée, tandis que l'excitation du même nerf par un courant bref détermine seulement une sensation de choc dans les terminaisons cutanées. Ces points acquis, je repris l'étude de l'excitation électrique de la peau elle-même, mais avec la méthode bipolaire. Deux fils d'argent, chlorurés électrolytiquement pour avoir des électrodes impolarisables, sont maintenus à 3^{mm} environ de distance l'un de l'autre par un manchon d'ébonite qu'ils traversent pour se fixer à l'autre extrémité à deux petites bornes auxquelles on attache les fils conducteurs. Deux ou trois tours de fil de lin imbibé d'une solution de NaCl à 4 pour 1000 entourent la base de chaque fil-électrode et entretiennent la légère humidité nécessaire au passage du courant. En explorant avec cette électrode la surface de l'avant-bras et de la main chez plusieurs sujets normaux, j'ai pu mettre en évidence les faits suivants :

1° Suivant la situation de l'électrode, l'excitation électrique de la peau donne trois sensations différentes : sensation de *choc*, sensation de *fourmillement*, sensation de *chaleur*.

Lorsque l'intensité du courant augmente, la sensation de choc augmente, mais reste une sensation de choc; celle de fourmillement se transforme en sensation douloureuse et la sensation de chaleur devient une sensation de brûlure.

2° A chacune de ces trois sensations correspond une chronaxie spéciale : dans chaque région, pour la sensation de choc, la chronaxie est égale à celle des muscles sous-jacents; pour la sensation de fourmillement, elle est cinq fois plus grande et pour la sensation thermique elle est dix fois plus grande que la première.

En voici deux exemples :

---

(1) G. Bourguignon et A. Radovici, *Chronaxies des nerfs sensitifs rachidiens du membre supérieur de l'Homme. Égalité régionale des chronaxies sensitives et motrices* (*Comptes rendus*, 173, 1921, p. 1425). — G. Bourguignon, *La chronaxie chez l'Homme*, p. 197-203, 208 et 212 (Masson, 1923).

	Choc.	Fourmillement.	Chaleur.	Chronaxie des muscles sous-jacents.
Face antér. de l'avant-bras....	$0^{\sigma},20$ à $0^{\sigma},36$	1^{σ} à $1^{\sigma},5$	2^{σ} à $3^{\sigma},5$	$0^{\sigma},20$ à $0^{\sigma},36$
Face postér. de l'avant-bras...	$0^{\sigma},44$ à $0^{\sigma},72$	2^{σ} à $3^{\sigma},5$	4^{σ} à 7^{σ}	$0^{\sigma},44$ à $0^{\sigma},72$

3° Sur les troncs nerveux sensitifs ou mixtes, on trouve seulement deux chronaxies, celle de la sensation de choc, la seule que j'aie trouvée dans mes premiers travaux, et celle de la sensation de fourmillement, la rhéobase étant la même pour le fourmillement et le choc qui se trouve masqué. *Mais, quelque intensité qu'on fasse passer, on ne détermine jamais de sensation thermique par l'excitation électrique des nerfs.* Quant à l'interprétation de ces faits, on peut dire que dans la peau qui possède trois sortes de terminaisons nerveuses sensorielles, on trouve par l'excitation électrique trois chronaxies et trois sensations. Il semble bien qu'il faille admettre des terminaisons nerveuses spécialement affectées aux trois sortes de sensibilités cutanées, le tact, la douleur et la température, sans qu'il y ait d'éléments spécialisés pour le chaud et le froid.

En appliquant au volume des terminaisons sensorielles cutanées la loi de Lapicque, on peut dire que la plus petite chronaxie serait celle des corpuscules de Pacini, terminaisons les plus volumineuses situées dans le tissu sous-cutané; que la chronaxie moyenne serait celle des corpuscules de Meissner, de volume moyen et situés dans les papilles dermiques, et que la plus grande chronaxie serait celle des terminaisons libres intra-épithéliales, en boutons ou en disques, décrites par les histologistes dans la couche de Malpighi de l'épiderme.

Les corpuscules de Pacini paraissent donc être les organes de la sensibilité tactile, ceux de Meissner les organes de la sensibilité douloureuse et les terminaisons libres intra-épithéliales les organes de la sensibilité thermique.

L'excitation des corpuscules de Pacini, isochrones avec les muscles, serait le point de départ des réflexes cutanés : les tendons renferment des corpuscules de Pacini dont l'excitation serait le point de départ des réflexes tendineux.

Pour la sensibilité à la pression, que la section des nerfs rachidiens ne fait pas disparaître, elle paraît être due à autre chose qu'aux terminaisons que nous venons d'étudier.

Du fait que l'excitation des troncs nerveux ne permet pas de trouver la sensation thermique ni la grande chronaxie, on peut inférer qu'il est pro-

bable que les fibres qui aboutissent aux terminaisons libres intra-épidermiques ne passent pas par les nerfs rachidiens, mais probablement, comme certains auteurs l'ont déjà soutenu, par les nerfs sympathiques. Mes expériences sont d'accord avec l'attribution qu'on a déjà faite de la sensibilité thermique aux terminaisons libres intra-épidermiques et avec le fait que le contact d'un nerf dénudé avec un corps froid ou chaud détermine une douleur, mais ne détermine jamais de sensation de température.

En résumé, aux trois éléments nerveux sensoriels de la peau correspondent trois sensations différentes éveillées par un même excitant non spécifique, l'électricité, et trois chronaxies qui sont entre elles comme 1 (choc), 5 (fourmillement) et 10 (chaleur), en appelant 1 la plus petite chronaxie, dont la valeur absolue est, dans chaque région, égale à celle de la chronaxie des muscles sous-jacents.

PATHOLOGIE ANIMALE. — *La gattine et la flacherie vraie ou flacherie de Pasteur, maladies infectieuses mixtes à ultra-microbe et bactéries.* Note [1] de M. A. **Paillot**, présentée par M. P. Marchal.

Nos observations et expériences des années précédentes nous avaient conduit à admettre que la gattine et la flacherie vraie ou flacheriede Pasteur, avaient pour cause morbide le *Streptococcus bombycis* ou ferment en chapelets de grains de Pasteur. Nous admettions en outre qu'il existait une forme de gattine amicrobienne causée par une substance cytotoxique élaborée par le Streptocoque au cours de sa vie parasitaire. En cherchant cette année à préciser le mode d'action du microbe et de la substance cytotoxique, nous avons été amené à modifier sensiblement notre point de vue sur l'étiologie des dysenteries microbiennes du Ver à soie. Nous exposerons sommairement les principaux faits d'expérience qui justifient notre nouvelle conception de l'étiologie de ces maladies.

1° Il a été possible de provoquer au laboratoire une véritable épidémie de gattine en partant de matériel infecté conservé au laboratoire depuis l'année précédente : des Vers à soie ayant ingéré, le 29 mai, une goutte de contenu intestinal de ver gattiné conservé en tube scellé, ont tous contracté

(1) Séance du 29 juillet 1929.

la maladie après une incubation de 6 à 7 jours; les mêmes résultats ont été obtenus en utilisant comme matériel infectant le contenu intestinal desséché et conservé sans précaution spéciale dans une armoire. Au début de la maladie, c'est-à-dire au moment de l'apparition des lésions de la partie postérieure de l'intestin moyen, le contenu intestinal pouvait être considéré comme amicrobien; par la suite, les Streptocoques se sont multipliés activement, déterminant l'apparition des symptômes caractéristiques de la maladie.

2° Le contenu intestinal amicrobien des vers malades ayant été centrifugé, puis dilué dans 30 parties d'eau physiologique stérile, s'est montré aussi virulent, *per os*, que les déjections de vers malades riches en Streptocoques. Un troisième passage a donné des résultats identiques aux deux premiers. La gattine amicrobienne est donc transmissible dans les mêmes conditions qu'une maladie infectieuse ordinaire. L'infection microbienne est postérieure à l'altération des cellules épithéliales postérieure de l'intestin moyen.

3° Le contenu intestinal des vers atteints de gattine perd toute virulence lorsqu'il est filtré sur bougie de porcelaine (bougies Chamberland L3 — L7). On peut donc conclure que l'élément virulent du contenu intestinal n'est pas, comme nous le supposions, un liquide analogue à une diastase ou une toxine. L'examen sur fond noir de contenu intestinal centrifugé virulent révèle la présence de granules animés de mouvements browniens, semblables à ceux que l'on peut observer dans le sang des Vers à soie atteints de grasserie ou des chenilles de *Pieris brassicæ* parasitées par *Borrellina pieris* Pail. Ces granules n'existant pas dans le filtrat de bougie Chamberland, ni dans le contenu intestinal des vers normaux, on peut admettre qu'ils représentent les éléments parasitaires de la gattine.

4° L'inoculation dans la cavité générale de Vers à soie normaux de Streptocoques de culture pure détermine une maladie dont les symptômes généraux sont ceux de la gattine, mais dont les lésions internes diffèrent essentiellement de celles qui caractérisent cette dernière. Ce fait paraît en contradiction formelle avec ceux que nous avons exposés en 1927 (¹); la contradiction n'est qu'apparente; elle est due vraisemblablement au fait que nous avons eu affaire, dans nos premières expériences, à des vers déjà atteints de gattine amicrobienne. L'action pathogène du Streptocoque s'exerce sur

(¹) *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 705.

toutes les cellules épithéliales de l'intestin moyen dont la sécrétion devient rapidement anormale et prend une réaction nettement alcaline.

Chez les Vers à soie atteints de gattine expérimentale non bactérienne, au contraire, le pH du contenu intestinal est sensiblement le même que chez le Ver à soie normal.

Les résultats de nos dernières expériences s'expliquent si l'on admet l'existence d'un virus ultra-microscopique conditionnant l'activité parasitaire des Bactéries intestinales. Gattine et flacherie vraie ne seraient donc pas des entités morbides au sens strict du mot, mais de véritables maladies mixtes à cause ultra-microbienne et microbienne. L'action du virus ultramicroscopique serait prépondérante; elle aurait pour effet de préparer le terrain à l'action des Bactéries. Lorsque l'infection microbienne est due à la multiplication du *Streptococcus bombycis*, on a affaire à la gattine ordinaire ou maladie des têtes claires, ou *macilenza* des auteurs italiens; lorsque c'est le *Bacillus bombycis* ou Vibrion à noyau qui prédomine, on a affaire à la flacherie vraie ou flacherie de Pasteur.

La transmission des dysenteries infectieuses du Ver à soie est assurée d'une génération à l'autre, soit par le virus ultra-microscopique qui souille les poussières de magnanerie, soit par celui qui infecte directement l'œuf.

On peut rapprocher la gattine et la flacherie vraie de certaines maladies des Vertébrés supérieurs, de la peste porcine ou hog-choléra, par exemple, dans lesquelles l'action d'un virus filtrant prépare le terrain à l'action d'une Bactérie peu pathogène par elle-même, le *Bacillus suipestifer*. Chez le Ver à soie, cependant, le Streptocoque comme le Bacille sporulé ne se multiplient que dans le contenu intestinal et ne déterminent pas de septicémie comme le *Bacillus suipestifer*.

La séance est levée à 15h15m.

É. P.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances de juin 1929.

Le problème de l'indépendance des roues d'arrière d'une voiture automobile, par D. Sensaud de Lavaud. Chez l'auteur, 179, rue de la Pompe, s. d.; 1 fasc. 24cm.

Recueil des conférences. Rapports de documentation sur la Physique. *La diffusion moléculaire de la lumière*, par Jean Cabannes, avec la collaboration de M. Yves Rocard. Paris, Les Presses universitaires de France, 1929; 1 vol. 24cm,5. (Présenté par M. Fabry.)

Agricultural Afghanistan, par N. I. Vavilov et D. D. Bukinich. Leningrad, 1929; 1 vol. 26cm,5.

Cent ans de la vie de l'École centrale des Arts et Manufactures, 1829-1929, par Léon Guillet. Paris, de Brunoff; 1 vol. 31cm,5.

Publication de l'Institut fédéral de Météorologie et de l'Association suisse pour l'aménagement des eaux, Fascicule 16 : *Précipitations atmosphériques, écoulement et hydroélectricité*. 1. *Études d'hydrologie dans la région des Alpes*. 2. *Essai d'une formule donnant écoulement en fonction des précipitations*; par Jean Lugeon. Paris, Dunod, 1928; 1 vol. 25cm,5.

Le cœur. Les médicaments cardiaques et l'électrocardiogramme, par F. Henrijean. Paris, Masson et Cie, 1929; 1 vol. 25cm.

Faune de France : 20 coléoptères « cerambycidæ », par F. Picard. Paris, Paul Lechevalier, 1929; 1 vol. 25cm. (Présenté par M. Bouvier.)

Curiosités musicales. Histoire et influence du tempérament, par Paul Garnault. Nice, chez l'auteur, 1929; 1 fasc. 21cm,5.

Ministère du Commerce et de l'Industrie, Office national des combustibles liquides. *Le pétrole, matière première de l'industrie et de la science chimiques*. Conférence faite au VIIIe Congrès de Chimie industrielle, par M. Louis Pineau. Paris, Imprimerie Nationale, 1928; 1 fasc. 22cm,5. (Présenté par M. Béhal.)

Ondes et électrons, par P. Bricout. Paris, Armand Colin, 1929; 1 vol. 17cm,5. (Présenté par M. Fabry.)

Faune des colonies françaises : Les saturnioïdes de l'Afrique tropicale française, par E.-L. Bouvier. — *Contribution à l'étude de la Faune de Madagascar*, par G. Petit, première Partie. Paris, Société d'éditions géographiques, maritimes et coloniales, 1928 et 1929; 2 fasc. 25cm,5. (Présenté par M. Mangin.)

Commissariat de la République française au Cameroun. Mission Monod (1925-1926), deuxième Partie. Résultats scientifiques : *Contribution à l'étude de la Faune du Cameroun*, par THÉODORE MONOD. Paris, Société d'éditions géographiques maritimes et coloniales, 1929; 1 fasc. 25cm,5. (Présenté par M. Mangin.)

Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par Albert Ier, prince souverain de Monaco, publiés sous sa direction avec le concours de JULES RICHARD. Fascicule LXXVII : *Cumacés et Leptostracés provenant des campagnes scientifiques de S. A. S. le Prince Albert Ier de Monaco*, par LOUIS FAGE, Imprimerie de Monaco, 1929; 1 vol. 36cm.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 AOUT 1929.

PRÉSIDENCE DE M. HENRI DESLANDRES.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie qu'à l'occasion des vacances de l'Assomption la prochaine séance hebdomadaire aura lieu le mercredi 21 août au lieu du lundi 19.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **Tanakadaté**, professeur de l'Université de Tokyo, qui assiste à la séance.

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions implicites à une infinité dénombrable de valeurs.* Note (¹) de M. **N. Lusin**, transmise par M. Hadamard.

Dans une Note précédente (²) nous avons décomposé le problème des fonctions implicites en deux parties : 1° l'étude du domaine d'existence des fonctions implicites et 2° la nature de ces fonctions. Il nous restait à étudier les deux cas suivants : *cas II*, où toutes les fonctions implicites $y_1, y_2, \ldots, y_p$ sont à une infinité dénombrable de valeurs, et *cas III*, où l'une des fonctions

---

(¹) Séance du 29 juillet 1929.

(²) *Sur le problème des fonctions implicites* (*Comptes rendus*, 189, 1929, p. 80).

implicites est à une infinité dénombrable de valeurs tandis qu'on ne suppose rien sur les autres fonctions implicites. On sait que l'étude du cas fondamental où toutes les fonctions implicites sont uniformes a amené M. H. Lebesgue aux deux lois suivantes : (L_1) le domaine d'existence des fonctions implicites est mesurable B; (L_2) chaque fonction implicite coïncide sur le domaine d'existence avec une fonction *uniforme* partout définie et rentrant dans la classification de M. Baire.

Les résultats géométriques de ma Note récente ([1]) nous permettent maintenant de décider si les lois (L_1) et (L_2) de M. Lebesgue subsistent dans les cas II et III.

1. *Cas II : le domaine d'existence.* — Soit

$$f_1(x_1, x_2, \ldots, x_m; \quad y_1, y_2, \ldots, y_p)=0, \qquad f_2=0, \qquad f_3=0, \qquad \ldots, \qquad f_q=0$$

un système d'équations données où les fonctions f_i sont partout définies dans l'espace $OX_1X_2 \ldots X_mY_1Y_2 \ldots Y_p$ et rentrent dans la classification de M. Baire. Désignons par $\mathcal{E}$ l'ensemble de tous les points $N(x_1, x_2, \ldots, x_m, y_1, y_2, \ldots, y_p)$ de l'espace dont les coordonnées x_i, y_i, vérifient toutes les équations proposées. Cet ensemble $\mathcal{E}$ est évidemment mesurable B. La projection E de $\mathcal{E}$ sur l'espace $OX_1X_2 \ldots X_m$ est le domaine d'existence des fonctions implicites.

Ces généralités terminées, passons à l'étude du cas II. Comme toute fonction implicite y_i est au plus à une infinité dénombrable de valeurs en chaque point de E, l'ensemble $\mathcal{E}$ est tel que chaque point de E est la projection d'une infinité au plus dénombrable de points de $\mathcal{E}$. Dans ces conditions le théorème I de la Note citée [voir ([1])] nous dit que l'ensemble E est *mesurable* B. Donc, dans ce cas, la loi (L_1) subsiste ([2]).

2. *Cas II : la nature des fonctions.* — Il résulte du théorème II de la Note citée [voir ([1])] que l'ensemble $\mathcal{E}$ est totalement décomposé en une infinité dénombrable d'ensembles $\mathcal{E}_1, \mathcal{E}_2, \ldots, \mathcal{E}_k, \ldots$ mesurables B sans point commun deux à deux dont chacun jouit de la propriété suivante : deux points différents de $\mathcal{E}_k$ ont des projections sur l'espace $OX_1X_2 \ldots X_m$ essentiellement distinctes. Si nous assujettissons le point $N(x_1, x_2, \ldots, x_m, y_1, y_2, \ldots, y_p)$ à parcourir l'ensemble $\mathcal{E}_k$, d'après la propriété indiquée de $\mathcal{E}_k$,

---

([1]) *Sur la représentation paramétrique semi-régulière des ensembles* (*Comptes rendus*, 189, 1929, p. 229).

([2]) M. P. Novikoff a obtenu ce résultat au moyen de la totalité des nombres transfinis de seconde classe de Cantor.

les lettres $y_1, y_2, \ldots, y_p$ deviennent p fonctions uniformes des arguments $x_1, x_2, \ldots, x_m$:

$$y_1 = \varphi_1^{(k)}(x_1, x_2, \ldots, x_m), \quad y_2 = \varphi_2^{(k)}, \quad y_3 = \varphi_3^{(k)}, \quad \ldots, \quad y_p = \varphi_p^{(k)};$$

définies sur la projection E_k de l'ensemble $\mathcal{E}_k$ sur l'espace $OX_1X_2\ldots X_m$. On achève la détermination de $\varphi_i^{(k)}$ en posant $\varphi_i^{(k)} = 0$ en dehors de E_k. Puisque l'ensemble E_k est mesurable B, les fonctions $\varphi_i^{(k)}$ rentrent dans la classification de M. Baire.

Il résulte de la définition même des fonctions $\varphi_i^{(k)}$ que le système des nombres $x_1, x_2, \ldots, x_m, \varphi_1^{(k)}, \varphi_2^{(k)}, \ldots, \varphi_p^{(k)}$ vérifie les équations proposées quand $M(x_1, x_2, \ldots, x_m)$ appartient à E_k.

Comme $\mathcal{E}$ est la somme des ensembles $\mathcal{E}_k$, le domaine d'existence E est la réunion des ensembles E_k mesurables B. Ainsi, la solution complète du système proposé d'équations est formée d'une infinité dénombrable de systèmes de p fonctions $\varphi_1^{(k)}, \varphi_2^{(k)}, \ldots, \varphi_p^{(k)}$ rentrant dans la classification de M. Baire, chacun de ces systèmes vérifie les équations proposées sur la partie E_k du domaine d'existence E. Donc, la loi (L_2) subsiste dans ce cas [1].

3. *Cas III : le domaine d'existence.* — Dans ce cas, le domaine d'existence est, en général, non mesurable B. En effet, nous avons vu, en analysant le cas I, que le domaine d'existence E peut être non mesurable B même si l'une des fonctions implicites est *uniforme*. Donc, *a fortiori*, dans le cas III, la loi (L_1) ne subsiste pas.

4. *Cas III : la nature des fonctions.* — Néanmoins, la loi (L_2) subsiste partiellement. Ceci résulte de la proposition suivante de Géométrie :

Théorème. — *Si $\mathcal{E}$ est un ensemble analytique situé dans l'espace $OX_1X_2\ldots X_mY$ à $m+1$ dimensions et tel que chaque droite parallèle à l'axe OY coupe $\mathcal{E}$ en une infinité de points au plus dénombrable ou bien ne le coupe pas, $\mathcal{E}$ peut être regardé comme une partie d'un ensemble* H *mesurable* B *ayant la même propriété.*

Il en résulte qu'un ensemble analytique $\mathcal{E}$ jouissant de la propriété indiquée est la réunion d'une infinité dénombrable d'ensembles analytiques $\mathcal{E}_1$, $\mathcal{E}_2, \ldots, \mathcal{E}_k, \ldots$ situés respectivement sur des surfaces $y = \varphi_k(x_1, x_2, \ldots, x_m)$ où les φ_k sont partout définies et rentrent dans la classification de M. Baire.

---

(1) M. P. Novikoff a démontré qu'il existe une solution uniforme formée de fonctions de la classification de M. Baire.

Pour appliquer ce théorème, il suffit de remarquer que la fonction implicite multiforme y_i a pour représentation géométrique un ensemble analytique $\mathcal{E}^{(i)}$ situé dans l'espace $OX_1X_2\ldots X_mY_i$ qu'on obtient en faisant la projection de $\mathcal{E}$ sur cet espace. Si nous supposons que la fonction implicite y_i est à une infinité au plus dénombrable de valeurs, l'ensemble analytique $\mathcal{E}^{(i)}$ satisfait aux conditions du théorème précédent. Ainsi, la fonction multiforme y_i est décomposée en une infinité dénombrable de fonctions rentrant dans les classes de M. Baire et ceci nous montre que la loi (L_2) subsiste partiellement.

MÉCANIQUE. — *Sur la stabilité d'une plaque renfermée entre deux cercles concentriques.* Note [1] de M. **A. Lokchine**, présentée par M. Mesnager.

Une plaque renfermée entre deux cercles concentriques est pressée par les forces uniformément distribuées sur son bord extérieur. Ces forces d'intensité p sont normales au contour et agissent sur la surface plane intermédiaire. Prenons le pôle au centre de la plaque et appelons le rayon vecteur, les rayons intérieur et extérieur r, a et b. Alors pour le cas, où le bord intérieur est libre, on a

$$p_r = -\frac{pb^2}{b^2-a^2}\left(1-\frac{a^2}{r^2}\right) \quad \text{et} \quad p_t = -\frac{pb^2}{b^2-a^2}\left(1+\frac{a^2}{r^2}\right).$$

En augmentant la pression nous pouvons atteindre la valeur critique, à laquelle la plaque éprouve une flexion. La surface de flexion satisfait à l'équation

$$D\frac{d}{dr}r\frac{d}{dr}\left(\frac{1}{r}\frac{d}{dr}r\frac{du}{dr}\right)+p_1\frac{d}{dr}\left(r-\frac{a^2}{r}\right)\frac{du}{dr}=0 \quad \text{où} \quad p_1=\frac{pb^2}{b^2-a^2}.$$

Pour définir la pression critique p, on a l'équation

$$\begin{aligned}(k+\sigma)&\left\{I_k\left(\sqrt{\frac{p_1}{D}}\,a\right)N_k\left(\sqrt{\frac{p_1}{D}}\,b\right)-I_k\left(\sqrt{\frac{p_1}{D}}\,b\right)N_k\left(\sqrt{\frac{p_1}{D}}\,a\right)\right\}\\ -\sqrt{\frac{p_1}{D}}\,a&\left\{I_{k+1}\left(\sqrt{\frac{p_1}{D}}\,a\right)N_k\left(\sqrt{\frac{p_1}{D}}\,b\right)-I_k\left(\sqrt{\frac{p_1}{D}}\,b\right)N_{k+1}\left(\sqrt{\frac{p_1}{D}}\,a\right)\right\}=0\end{aligned}$$

---

(1) Séance du 29 juillet 1929.

lorsque la plaque est encastrée au bord extérieur, et

$$\begin{aligned}
&\left\{(k+\sigma)\,\mathrm{I}_k\left(\sqrt{\frac{p_1}{\mathrm{D}}}\,a\right)-\sqrt{\frac{p_1}{\mathrm{D}}}\,a\,\mathrm{I}_{k+1}\left(\sqrt{\frac{p_1}{\mathrm{D}}}\,a\right)\right\}\\
&\times\left\{(k+\sigma)\,\mathrm{N}_k\left(\sqrt{\frac{p_1}{\mathrm{D}}}\,b\right)-\sqrt{\frac{p_1}{\mathrm{D}}}\,b\,\mathrm{N}_{k+1}\left(\sqrt{\frac{p_1}{\mathrm{D}}}\,b\right)\right\}\\
-&\left\{(k+\sigma)\,\mathrm{I}_k\left(\sqrt{\frac{p_1}{\mathrm{D}}}\,b\right)-\sqrt{\frac{p_1}{\mathrm{D}}}\,b\,\mathrm{I}_{k-1}\left(\sqrt{\frac{p_1}{\mathrm{D}}}\,b\right)\right\}\\
&\times\left\{(k+\sigma)\,\mathrm{N}_k\left(\sqrt{\frac{p_1}{\mathrm{D}}}\,a\right)-\sqrt{\frac{p_1}{\mathrm{D}}}\,a\,\mathrm{N}_{k+1}\left(\sqrt{\frac{p_1}{\mathrm{D}}}\,a\right)\right\}=0
\end{aligned}$$

si la plaque est appuyée par le bord extérieur. I_k et N_k sont les fonctions cylindriques dont l'ordre $k=\sqrt{\frac{p_1 a^2}{\mathrm{D}}+1}$ dépend de p; σ est la constante de Poisson. Nous avons calculé les valeurs critiques de p pour $\sigma=0{,}3$ et $\frac{b}{a}=5$. Elles sont égales à $13{,}61\,\frac{\mathrm{D}}{b^2}$ pour la plaque encastrée et à $3{,}53\,\frac{\mathrm{D}}{b^2}$ pour la plaque appuyée.

MÉCANIQUE. — *Sur la détermination chronophotographique du potentiel des vitesses dans les écoulements plans par application du théorème de Stokes, et sur la similitude des barrages déversoirs.* Note [1] de MM. **L. Escande** et **Teissie-Solier**, transmise par M. Rateau.

I. M. Camichel a donné une méthode [2] permettant de déterminer, en chaque point d'un mouvement s'effectuant dans le plan xOy, le vecteur tourbillon qui se réduit, dans ce cas, à sa composante ζ, parallèle à Oz. Ce procédé, consistant à évaluer par des mesures chronophotographiques les termes entrant dans l'expression de ζ, permet, en particulier, de séparer les zones rotationnelles des zones à potentiel des vitesses; il a été appliqué avec succès par divers auteurs [3].

M. Camichel a indiqué également une seconde manière de vérifier l'existence du potentiel des vitesses basée sur l'application du théorème de

(1) Séance du 5 août 1929.

(2) *Comptes rendus*, 170, 1920, p. 881.

(3) C. Camichel, *Revue générale de l'Électricité*, 8, 1920, p. 331. — L. Escande, *Thèse de Doctorat*, Faculté des Sciences de Toulouse, 40, 1929. — C. Ledoux, *Thèse de Doctorat*, Faculté des Sciences de Toulouse, 42, 1929.

Stokes :

$$\int_C W \cos\alpha \, ds = \int\int_S \zeta \, dS,$$

S désignant la surface limitée par le contour C.

Pour être certain que le mouvement est irrotationnel dans la zone S, il suffit donc de vérifier que la circulation des vitesses est nulle le long du contour C que l'on prendra aussi simple que possible, composé par exemple de deux lignes de courant et de deux équipotentielles; ce contour doit d'ailleurs être choisi avec discernement; il pourrait arriver en effet qu'il délimite une région dans laquelle existent des rotations de sens opposé telles que le flux total des vecteurs tourbillons traversant S soit nul, bien que le mouvement soit nettement rotationnel.

Cette deuxième méthode présente l'avantage de permettre la vérification globale de l'existence du potentiel des vitesses dans toute une zone et non en un seul point; d'autre part, les planimétries nécessaires à l'évaluation de la circulation sont beaucoup moins délicates et beaucoup plus précises que les constructions de courbes et les déterminations de tangentes que met en œuvre le premier procédé.

Dans le cas où la circulation ainsi mesurée ne serait pas nulle, elle fournirait la valeur du tourbillon moyen dans la région S et même, en considérant une série de contours C concentriques et de plus en plus petits, on pourrait, par extrapolation, déterminer la valeur du vecteur tourbillon en un point donné.

Nous avons appliqué le procédé déduit du théorème de Stokes au déversement sur les barrages à seuils épais, à l'entraînement déterminé dans une chambre d'eau par l'appel d'un orifice en mince paroi, au mouvement giratoire à axe vertical aéré, provoqué, dans un autre cas, par l'écoulement par orifice. Pour tous ces mouvements, nous avons retrouvé, dans presque toute la masse liquide en mouvement, l'existence du potentiel des vitesses déjà mis en évidence par la première méthode indiquée dans cette Note (¹). Ce fait explique les résultats obtenus dans les expériences sur la similitude des mouvements giratoires, résultats qui vérifient très exactement la loi de Reech.

Nous signalerons à ce sujet les résultats obtenus récemment au Laboratoire en comparant les coefficients de débit des divers orifices fonctionnant en écoulement radial, puis giratoire, avec et sans cheminée d'air axiale.

(¹) *R. G. E.*, 6, 22 novembre 1919, p. 707; *Comptes rendus*, 187, 1928, p. 756.

Nos expériences nous ont montré que l'influence de la rotation de l'eau sur le coefficient de débit était négligeable et que seule la réduction de la section mouillée dans le plan de l'orifice, due à la cheminée d'air, entraînait une diminution de débit.

II. L'un de nous, poursuivant ses recherches sur la similitude des barrages déversoirs au point de vue du coefficient de débit, a comparé la série des quatre modèles réduits du barrage de Puechabon, dont l'étude a fait l'objet d'une Note antérieure ([1]) et qui correspondent respectivement aux échelles 1/300, 1/150, 1/100, 1/19,5, à un modèle à l'échelle 1/10.

Ce dernier est monté dans le canal du laboratoire de Banlève, de $4^m,50$ de largeur, en série avec un déversoir de Bazin permettant la mesure du débit, qui dans cette expérience atteint 6 m^3/sec; l'installation est d'ailleurs prévue pour un débit maximum de 28 m^3/sec.

Les résultats obtenus coïncident avec ceux donnés par le modèle à l'échelle 1/19,5, sans aucune divergence systématique vis-à-vis de la loi de Reech, contrairement à ce qui se passe pour les barrages plus petits. Il semble donc que, pour les nombres de Reynolds atteints avec le modèle à l'échelle 1/19,5, l'influence de la viscosité devient entièrement négligeable.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le potentiel des solutions de glucides.* Note ([2]) de Mlle **Nelicia Mayer**, présentée par M. Jean Perrin.

Wurmser et Geloso ([3]) ont montré qu'il s'établit entre une électrode inerte et une solution de glucide réducteur une différence de potentiel qui, toutes autres conditions étant identiques, a la même valeur, que ce glucide soit du glucose ou du fructose. J'ai entrepris une étude analogue avec d'autres glucides : le lactose, le galactose, le mannose, le xylose, l'arabinose et la dioxyacétone.

Les déterminations consistent à mesurer la force électromotrice d'une chaîne constituée de la manière suivante :

Pt | solution glucide dans tampon | KCl sat. | KCl, HgCl, Hg.

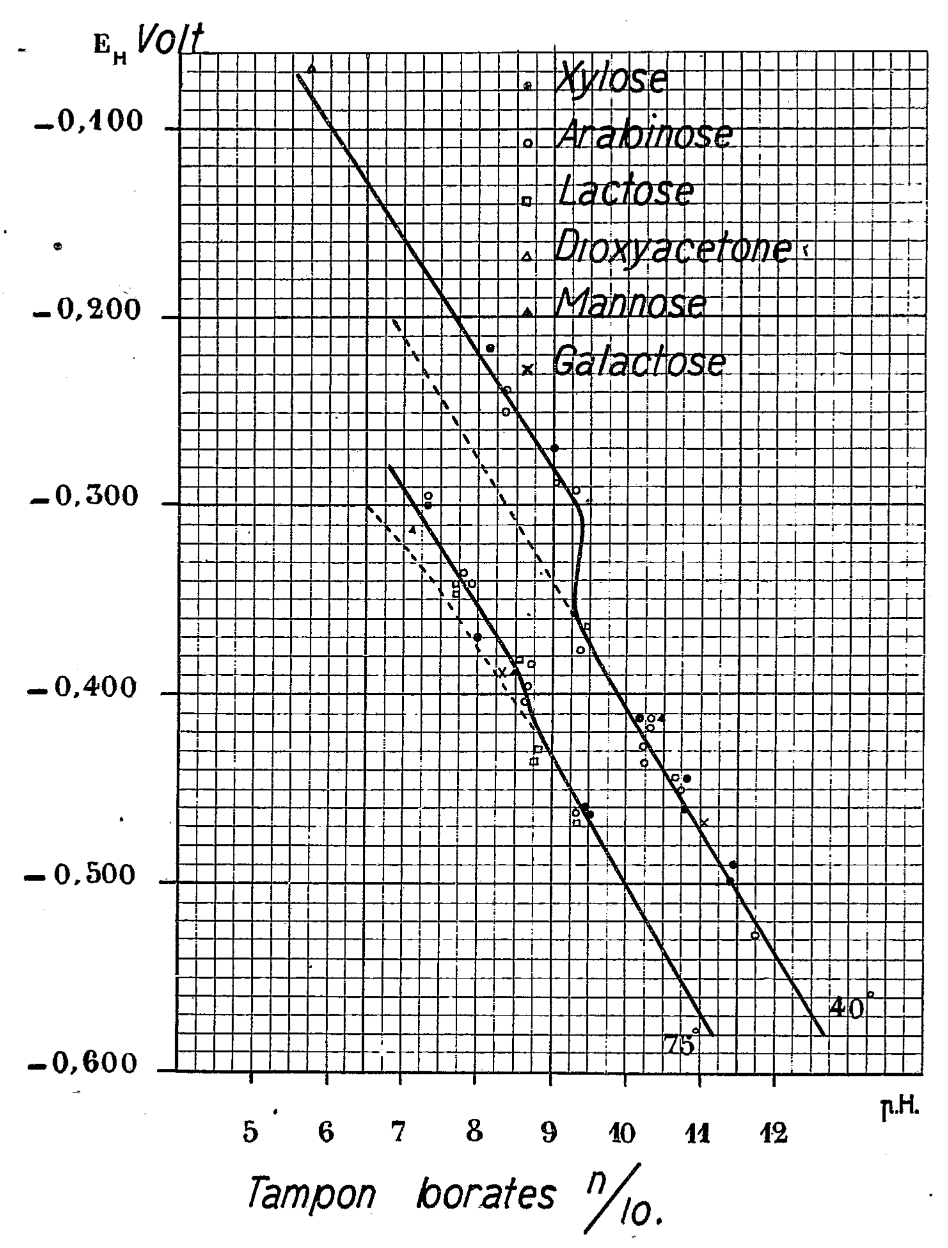
Il résulte de ces déterminations que le potentiel au contact du platine et

---

([1]) *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 28.

([2]) Séance du 5 août 1929.

([3]) R. Wurmser et J. Geloso, *Sur le potentiel des solutions de glucides* (*Journ. Chimie physique*, 25, 1928, p. 641).



En pointillé, potentiel des glucides en solution de phosphates.

d'une solution de glucide s'établit avec des vitesses variables, mais que sa valeur limite est la même pour tous les glucides étudiés, dans les limites de reproductibilité des mesures pour un même glucide.

1° La valeur du potentiel est exprimée à 40° et dans une solution de phosphate par l'équation

$$E = 0{,}062\,\mathrm{pH} + 0{,}22 \pm 0{,}02 \text{ volt}$$

et à 75°, dans la même solution, entre pH = 9,25 et pH = 11, par

$$E = 0{,}069\,\mathrm{pH} + 0{,}21 \pm 0{,}02 \text{ volt.}$$

Ces relations sont les mêmes que celles trouvées par Wurmser et Geloso avec les solutions de glucose et de fructose. En milieu de pH plus petit que 9,2 à 75°, le potentiel limite s'écarte légèrement des valeurs calculées par l'équation précédente.

2°. En présence de borates, le potentiel de tous les glucides subit un déplacement dans le sens positif, en milieu de pH < 9. Cette influence est beaucoup plus sensible à 40° qu'à 75°, comme le montre le graphique ci-contre.

3° Comme dans le cas du glucose et du fructose, les potentiels déterminés avec les autres glucides ne sont pas modifiés par l'addition de petites quantités d'un système oxydo-réducteur, tel que la phénosafranine, en équilibre rapide avec l'électrode.

4° Enfin j'ai étudié, dans le cas du xylose, l'influence de la concentration du glucide, et j'ai observé que le potentiel ne varie pas sensiblement quand on fait varier la concentration de 0,1 pour 100 à 2,5 pour 100.

En résumé, tous les glucides étudiés se comportent de la même façon vis-à-vis d'une électrode inerte et la différence de potentiel observée ne dépend pas de la nature du glucide.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la détermination quantitative du néon dans les gaz naturels.* Note (¹) de M. **N. P. Péntcheff**, présentée par M. A. Desgrez.

Le néon n'a pas fait jusqu'ici l'objet d'un dosage précis dans les gaz naturels, en dehors de l'air atmosphérique (²). Ce dernier a été analysé à ce point de vue par Sir W. Ramsay, d'après une méthode qui n'a pas été utilisée avec succès dans l'étude des autres gaz naturels (³) Les méthodes de M. G. Claude et de M. H. E. Watson ne sont applicables qu'à l'analyse de l'air atmosphérique (à l'exception de quelques cas restreints) parce qu'elles exigent des quantités énormes du gaz à étudier (⁴).

Nous avons institué une méthode pour la détermination quantitative du néon dans les cas où l'hélium est peu abondant. Cette méthode consiste à déterminer la densité du mélange hélium-néon, isolé du mélange global des gaz rares à l'aide de charbon de noix de coco, refroidi dans l'air liquide. Nous avons suivi, d'une part, le micro-procédé à ballons (principe Dumas) (⁵), élaboré au cours de nos recherches antérieures sur les gaz rares des sources thermales (⁶), et, d'autre part, la technique de MM. Moureu et Lepape (⁷).

Il était nécessaire de vérifier si le néon reste quantitativement avec l'hélium dans les conditions des expériences, qui sont, en général, les suivantes : on plonge la partie de l'appareil qui contient le charbon de bois dans l'air liquide, on fait circuler le gaz (⁸), et après l'absorption totale des gaz rares lourds (Ar, Kr et Xe), ce qu'on peut constater à l'aide de l'analyse spectrale, on extrait lentement de l'appareil la fraction des gaz rares légers (He + Ne) au moyen de la trompe à chute de mercure jusqu'à une

(¹) Séance du 5 août 1929.

(²) Moureu et Lepape, *Comptes rendus*, 171, 1920, p. 945. — Paneth, Gehlen et Peters proposent de calculer la quantité du néon dans les gaz naturels, en partant de la loi de Moureu et Lepape (*Zeitschr. f. anorg. u. allg. Chem.*, 175, 1928, p. 392).

(³) L'analyse des gaz de la source de Bath relativement au néon, n'est pas considérée comme précise (Moureu et Lepape, *loc. cit.*).

(⁴) G. Claude, *Comptes rendus*, 148, 1909, p. 1454. — H. Watson, *Chem. Zentralblatt*, 2, 1910, p, 137.

(⁵) *Annuaire de l'Univers. de Sofia, Faculté phys.-mathém.*, 23, II, 1927, p. 74.

(⁶) *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 511; 186, 1928, p. 249; 187, 1928, p. 243.

(⁷) *Journal de Chimie physique*, 11, 1913, p. 78 et suiv.

(⁸) Mélange global des gaz extrait du gaz naturel à l'aide des procédés chimiques.

pression pratiquement nulle. Les indications qu'on trouve dans la littérature à ce sujet [1] ne sont pas suffisantes, surtout quand il s'agit de basses pressions, les buts des recherches respectives étant tout différents des nôtres. Pour combler cette lacune, nous avons effectué les expériences :

1° Un mélange composé de 97,05 pour 100 d'hélium et de 2,95 pour 100 de néon (densité : $0^{g},1999$ par litre normal) [2], rigoureusement exempt d'autres gaz [3], a été traité avec du charbon de noix de coco ($0^{g},7$ environ) suivant les conditions ci-dessus. Dans les limites des erreurs de l'expérience, la quantité totale de gaz est restée constante : le mélange employé étant $5^{cm^3},24$, on a retrouvé, après le traitement, $5^{cm^3},22$.

2° A une quantité connue du même mélange ($4^{cm^3},13$) on a ajouté $5^{cm^3},32$ d'argon pur et le mélange obtenu a été soumis à la même opération. L'argon a été totalement absorbé par le charbon et il ne restait que le mélange initial ($4^{cm^3},13$ densité : 0,2000 g/l).

3° Un autre mélange des gaz rares légers, composé principalement de néon (96,85 pour 100 de néon et 3,15 pour 100 d'hélium, densité : 0,8775 g/l), a été traité de la même façon. On a obtenu le même résultat que dans les expériences précédentes : gaz utilisé $4^{cm^3},14$, gaz restant $5^{cm^3},13$.

4° Les mélanges gazeux des essais 2 et 3 ont été réunis dans des proportions exactement connues ($2^{cm^3},6075$ et $3^{cm^3},529$) et le mélange synthétique obtenu a subi le traitement du charbon de noix de coco, refroidi dans l'air liquide. Les gaz sont restés sans aucune modification appréciable : la densité du mélange synthétique est égale à 0,5883 g/l, ce qui correspond à 56,8 pour 100 de néon et 43,2 pour 100 d'hélium, tandis que les calculs, d'après les quantités des gaz mélangés, donnent 56,9 pour 100 de néon et 43,1 pour 100 d'hélium.

Des résultats ci-dessus on déduit que, dans les conditions indiquées, le néon reste entièrement dans la fraction des gaz rares légers.

La méthode a été utilisée pour le dosage du néon dans les gaz spontanés de la source Tchouloudja (Hissar, Bulgarie), dont la teneur en He et en Ar est connue [4]. Nous avons employé 5,5781 litres du gaz naturel sec, duquel on a éliminé les gaz ordinaires à l'aide de Ca, CuO, etc., et le reste a été

(1) DEWAR, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, 3, 1904, p. 5. — MOUREU et BIQUARD, *Comptes rendus*, 143, 1906, p. 795; *Journ. de Chim. phys.*, 11, 1913, p. 97. — VALENTINER et SCHMIDT, *Ann. der Phys.*, 4e série, 18, 1905, p. 187. — CLAUDE, *Comptes rendus*, 158, 1914, p. 861. — LEDUC, *Comptes rendus*, 158, 1914, p. 865. — PANETH et PETERS, *Naturw.*, 14, 1926, p. 957; *Gmelins Handb. der anorg. Chemie*, n° 1, Edelgase, 1926, p. 101, 112 et 237.

(2) Toutes les densités sont exprimées en grammes par litre normal et tous les volumes gazeux sont donnés pour les conditions normales (0° et 760^{mm}).

(3) Les mélanges des gaz rares ont été fournis par Adam Hilger (Londres) et ont été purifiés et analysés par nous.

(4) N. P. PÉNTCHEFF, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 249.

traité avec le charbon de noix de coco à la température de l'air liquide. La fraction ainsi isolée ($2^{cm^3},97$) est composée seulement de l'hélium et du néon et présente une densité de 0,2009 gr/l., ce qui correspond à 0,0516 d'hélium et à 0,00165 pour 100 de néon (en volume).

Ce résultat permet de vérifier la théorie astrophysique de MM. Moureu et Lepape relativement au néon. Les valeurs des rapports montrent que le néon est soumis à la loi de constance qui résulte de cette théorie :

$$\frac{\frac{Ne}{N_2}(\text{source})}{\frac{Ne}{N_2}(\text{air})} = 1,07; \qquad \frac{\frac{Ne}{Ar}(\text{source})}{\frac{Ne}{Ar}(\text{air})} = 0,94; \qquad \frac{\frac{Ne}{He}(\text{source})}{\frac{Ne}{He}(\text{air})} = 0,013.$$

Remarque. — La teneur de l'air atmosphérique en néon a été trouvée de 0,00123 pour 100 (en volume) par Sir W. Ramsay; de 0,0015 pour 100 par M. G. Claude, et de 0,0018 pour 100 par M. H. Watson. Nous avons adopté, pour les calculs des rapports, le nombre de Ramsay, qui est cité le plus souvent.

MÉTALLURGIE. — *Sur la teneur en hydrogène et en oxyde de carbone de quelques métaux fondus dans le vide.* Note [1] de MM. **A. Villachon** et **G. Chaudron**, transmise par M. Henry Le Chatelier.

Nous nous étions proposé de préparer des métaux privés de gaz. On admet généralement que la masse de gaz dissous dans un métal, à une température donnée, est reliée à la pression par la formule $m = \sqrt{p}$ [2]. Nous pensions donc obtenir un départ pratiquement complet des gaz en maintenant pendant un temps assez long, les métaux à l'état fondu, dans un vide très poussé. Or, en chauffant de nouveau dans le vide, au-dessous de son point de fusion, l'échantillon ainsi traité, nous avons toujours extrait des quantités notables d'hydrogène et d'oxyde de carbone. Ce sont ces expériences que nous décrirons dans cette Note.

Les métaux que nous avons étudiés étaient chauffés dans un four à résistance dans le vide Chaudron-Garvin. Suivant la température à obtenir, la résistance chauffante était formée par une spirale de nichrome ou de graphite. Le vide dans la chambre du four était supérieur au $\frac{1}{50}$ de millimètre vers 1700° et au $\frac{1}{500}$ de millimètre vers 1000°. Les métaux étaient fondus dans des creusets en magnésie pure préalablement recuits à très haute température. Le lingot obtenu était ensuite réduit en feuilles de $\frac{1}{10}$ de millimètre d'épais-

(1) Séance du 29 juillet 1929.

(2) A. Sieverts, *Zeits. phys. Chem.*, 60, 1907, p. 129.

seur. Le métal ainsi laminé était chauffé à température constante dans un tube en verre Pyrex ou en silice fondue qui pouvait être mis en relation avec une trompe à vapeur de mercure. On suivait avec une jauge de Mac-Leod le départ des gaz, puis ceux-ci étaient recueillis au moyen d'une trompe de Topler. Les gaz que nous avons ainsi extraits étaient formés par de l'hydrogène et de l'oxyde de carbone, plus une très petite quantité de gaz carbonique émis par le tube laboratoire. On n'observe plus d'azote après la fusion dans le vide :

Dans plusieurs de nos expériences, nous avons effectué ce dégazage des métaux à l'état solide à des températures différentes. Nous avons observé que, pour chaque température, le départ des gaz semble s'arrêter au bout d'un certain temps, alors qu'il est possible *en élevant la température* de retirer encore des volumes notables de gaz. Une de ces expériences est résumée dans le Tableau I.

Tableau I. — *Expériences sur 10g d'aluminium préalablement fondu dans le vide.*

Températures.	Durée en heures.	Volumes des gaz recueillis (H^2 et CO) en cm³.	Vitesse de dégagement à l'arrêt de l'expérience.
230°	110	0,40	nulle
380	431	0,8	0cm³,003 en 10 heures
330	290	1,68	0cm³,01 en 10 heures
600	48	0,24	0cm³,1 en 24 heures

Dans le Tableau II, nous indiquons les résultats de nos expériences avec différents métaux.

Tableau II. — *Expériences sur 10g de métal préalablement fondu dans le vide.*

N°s.	Métal.	Conditions de la fusion dans le vide. Temps.	Température.	Pression (en mm).	Température du dégazage à l'état solide.	Volumes de H^2 recueillis (en cm³).	Volumes de CO recueillis (en cm³).	Solubilité des gaz à l'état liquide au voisinage du point de fusion à la pression atmosphérique.
1...	Nickel électrolytique	1 heure	1550°	1/50	800°	0,4	0,7	pour H^2 3cm³,6 (Sieverts) (1 à 3)
2...	id.	id.	1600	id.	800	0,6	0,8	
3...	id.	id.	1850	id.	800	1,8 (vol. CO+H)		
4...	Cuivre électrolytique	id.	1400	id.	600	0,25	0,4	pour H^2 0cm³,6 (Sieverts), 1cm³,2 (Iwasé); pour CO 2cm³,5 (Iwasé)
5...	Fer électrolytique	id.	1600	id.	600	1,15	1	pour H^2 2cm³,7 (Sieverts) (5 et 6)
6...	Fer Armco nitruré	id.	1600	id.	600	0,7	0,6	
7...	Aluminium	5 heures	800	1/1000	600	1,5	0,6	pour H^2 0cm³,0 (Sieverts), 1cm³ (Iwasé)

On peut voir que les quantités d'hydrogène recueillies par dégazage à l'état solide sont du même ordre de grandeur que celles qui, suivant Sieverts ou Iwasé, mesurent la solubilité de ces gaz au voisinage du point de fusion sous la pression atmosphérique. Pour l'oxyde de carbone, nous n'avons pas trouvé de données nous permettant de faire la même comparaison. Remarquons, de plus, que les nombres indiqués dans le Tableau II sont loin de représenter, surtout pour les métaux à haut point de fusion, la totalité des gaz retenus. Nous avons cherché si, en élevant la température du métal fondu, nous pouvions diminuer la teneur en gaz; les expériences 1, 2, 3 du Tableau II montrent qu'il n'en est rien. De même, la coulée ou la distillation du métal dans un vide très poussé ne changent rien au résultat. La seule méthode pour diminuer la quantité d'hydrogène et d'oxyde de carbone contenue dans un métal consiste donc à chauffer le plus longtemps possible près de son point de fusion le métal laminé en feuille mince. La fusion dans le vide fait, il est vrai, dégager l'azote d'une façon complète. L'hydrogène et l'oxyde de carbone donnerait donc, avec les métaux, tels le nickel, le fer, le cuivre et l'aluminium à l'état liquide, des solutions diluées d'hydrure et de carbonyle ayant des tensions de dissociation extrêmement petites.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le système iodure mercurique, iodure de potassium et acétone.* Note[1] de M[lle] **M. Pernot**, présentée par M. G. Urbain.

J'ai exposé antérieurement les résultats que j'avais obtenus en étudiant à 56° puis à 34° les équilibres solide-liquide dans le système iodure mercurique, iodure de potassium et acétone [2].

Ces résultats variant sensiblement avec la température, j'ai repris à 20° l'étude de ce système. Les mesures faites à cette température sont résumées dans le diagramme ci-après.

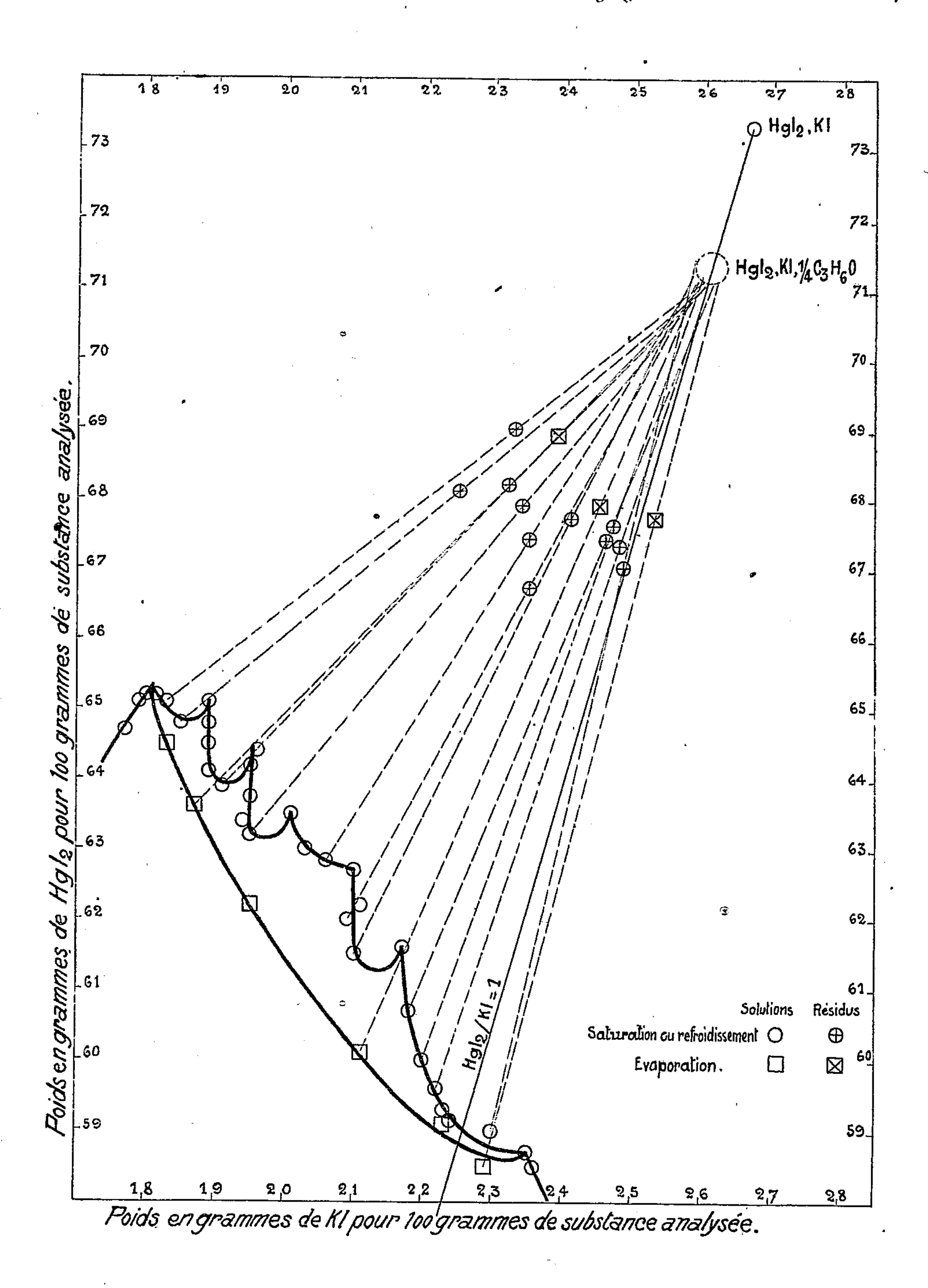
A 20° comme à 34° les résultats obtenus dépendent des procédés employés pour préparer les solutions saturées [3], tandis qu'à 56° on retrouve les mêmes résultats quel que soit le mode opératoire.

---

[1] Séance du 22 juillet 1929.

[2] M[lle] M. Pernot, *Comptes rendus*, 182, 1926, p. 1154; 188, 1929, p. 635.

[3] Ces divers procédés ont été décrits dans la Note relative aux expériences à 34° (*loc. cit.*).



Hgl2, KI
Hgl2.KI,1/4C3H6O
Hgl2/KI = 1
Solutions
Résidus
Saturation ou refroidissement
Evaporation.
Poids en grammes de HgI2 pour 100 grammes de substance analysée.
Poids en grammes de KI pour 100 grammes de substance analysée.

La courbe à cinq branches trouvée à 55° et à 34° est remplacée à 20° par une courbe à six branches.

Le sel $HgI^2, 2KI$ qui cristallise à 56° et à 34° n'a pas été retrouvé à 20° non plus que le sel $2HgI^2, 3KI$ obtenu seulement à 56°.

Il se forme à 20° de nouveaux sels de composition $HgI^2, KI, \frac{1}{4}C^3H^6O$.

La séance est levée à $3^h 20^m$.

É. P.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MERCREDI 21 AOUT 1929.

PRÉSIDENCE DE M. GUILLAUME BIGOURDAN.

CORRESPONDANCE.

L'ACADÉMIE D'ATHÈNES adresse des compliments de condoléance à l'occasion du décès de M. *Charles Depéret*.

ÉLECTRICITÉ. — *Constantes caractéristiques des générateurs électriques.* Note (¹) de M. EDUARDO Mª GALVEZ, présentée par M. J. Perrin.

Actuellement, pour définir un générateur électrique, on donne deux constantes : la force électromotrice E et la résistance intérieure Ω, qui sont liées avec la différence de potentiel aux bornes par la formule

$$V = E\frac{R}{R+\Omega}. \tag{1}$$

Ces deux constantes n'ont pas une signification suffisamment précise, mais, d'autre part, elles ont une valeur très facile à déterminer; alors nous avons cru plus utile de chercher à interpréter la signification des deux constantes parce que son emploi, peut-être par habitude, rend très commode le calcul. De plus, l'analogie entre les différentes classes de générateurs électriques reste applicable à toutes puisque nous donnons une expression de caractère général.

Il n'est pas toujours correct de considérer la résistance intérieure comme si c'était une résistance dans l'acception habituelle de ce mot. Chaumat, dans une Note récente (²), appelle l'attention sur cette question, en remar-

---

(¹) Séance du 5 août 1929.

(²) CHAUMAT, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1233.

quant que la résistance intérieure dans une machine électrostatique ne doit pas être considérée comme infinie, même en supposant que l'isolement est parfait.

Quelquefois la résistance apparente est égale à la résistance intérieure mais nous n'avons pas cru qu'il convînt d'exprimer celle-ci en fonction de la première puisque sa valeur est variable, en sorte que la question deviendrait inutilement compliquée. C'est pourquoi nous avons cru préférable d'introduire quelques concepts nouveaux afin de simplifier cette question.

Schématiquement nous pouvons imaginer qu'un générateur est réduit à deux bornes entre lesquelles on maintient par un mécanisme quelconque une différence de potentiel V et lesquelles sont intérieurement unies par une résistance ρ qui peut être infinie (machines électrostatiques). Quand on ferme le courant sur un conducteur extérieur de résistance R, l'intensité I du courant qui parcourt celui-ci dépend de la résistance extérieure et des constantes du générateur.

En régime permanent l'intensité prend une valeur constante, et puisque le principe de la conservation de l'énergie doit se vérifier, l'intensité sera la même non seulement à l'intérieur, mais aussi à l'extérieur du circuit. On prend comme sens de parcours positif de circulation celui du courant qui se dirige par l'extérieur du pôle négatif au positif et qui pourtant retourne à l'intérieur du pôle positif au négatif; mais même en négligeant l'appréciation arbitraire qui suppose la distinction entre l'extérieur et l'intérieur d'un générateur, étant indéniable que, dans le cas de plusieurs générateurs associés en parallèle, cette convention est insuffisante, alors nous trouvons préférable de donner le sens positif au courant qui, partant du pôle positif, arrive au pôle négatif et le sens négatif à celui du courant qui va en sens contraire. D'accord avec cela, le courant que nous considérons, qui parcourt l'intérieur du générateur, est égal, mais de signe contraire, à celui qui circule à l'extérieur.

Nous regarderons le courant intérieur $-I$ comme résultante du courant produit par le générateur $-I_g$, d'intensité négative et d'un autre courant d'intensité positive I_r que nous appelons *courant de retour*. Alors, une fois atteinte sa valeur définitive, nous avons

$$I_g = I + I_r. \tag{2}$$

Dans l'hypothèse, que nous considérons comme plausible, où l'intensité du courant produit par le générateur est proportionnelle à la chute du

potentiel entre ses bornes, nous pouvons écrire

$$I_g = Y(\varepsilon - V), \tag{3}$$

dans laquelle ε est la force électromotrice du générateur pour un isolement parfait entre ses bornes, et Y la constante de proportionnalité que nous appelons *conductance de charge*.

L'équation (2) devient

$$I_g = \frac{V}{\rho} + \frac{V}{R},$$

et, en tenant compte de l'équation (3), on en tire

$$Y(\varepsilon - V) = \frac{V}{\rho} + \frac{V}{R}, \tag{4}$$

d'où

$$V = \frac{\varepsilon\rho R Y}{\rho R Y + \rho + R} = \frac{\varepsilon\rho Y}{1 + \rho R} \, \frac{R}{R + \dfrac{\rho}{1 + \rho R}},$$

qui, identifiée avec (1), nous donne

$$E = \frac{\varepsilon\rho R}{1 + \rho R}, \qquad \Omega = \frac{\rho}{1 + \rho R}.$$

COLLOÏDES. — *Polarisation diélectrique des solutions d'ovalbumine*. Note [1] de Mlle **Y. Garreau** et M. **N. Marinesco**, transmise par M. Jean Perrin.

L'ovalbumine cristallisée a été préparée suivant la méthode de Sörensen à partir du blanc d'œuf par précipitations fractionnées avec du sulfate d'ammonium et purifiée, d'abord par dialyse simple ensuite par électrodialyse [2]. Dans ces conditions, la molécule d'ovalbumine cristallise avec une molécule de sulfate d'ammonium. Les solutions de concentration, 2^g pour 100, ont été amenées aux différents pH avec de l'acide chlorhydrique ou avec de la soude. Nous avons mesuré la constante diélectrique en haute fréquence (longueur d'onde $6^m,50$) à la température de 20°. La variation du pouvoir inducteur spécifique en fonction du pH est exprimée par le diagramme. La courbe I est donnée par une ovalbumine moins riche

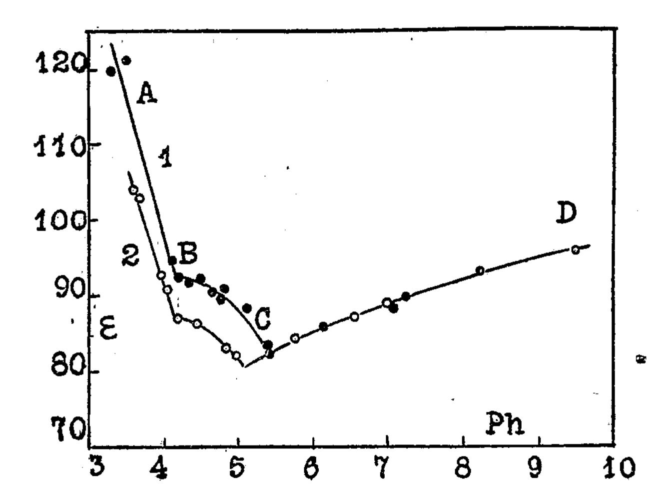
---

(1) Séance du 12 août 1929.

(2) Sörensen, *Comptes rendus du Labor. Carlsberg*, 12, 1916, p. 12.

en sels neutres que l'échantillon donnant la courbe 2. On voit que même au point isoélectrique (pH = 4,7), la solution a un pouvoir inducteur plus grand que 80, c'est-à-dire que la molécule d'ovalbumine + $SO^4(NH^4)^2$ possède un moment permanent plus fort que celui de l'eau.

Or les albuminoïdes sont, d'après Fischer et Lœb, des substances amphotères, par conséquent du côté gauche du point isoélectrique on doit avoir un chlorure d'albumine et du côté droit un albuminate de sodium. Par ailleurs la théorie des diélectriques prévoit et l'expérience montre que



les molécules des acides ou des bases ont des moments électriques plus petits que ceux de leurs sels. Ainsi HCl a un moment égal à $10,3.10^{-19}$ tandis que NaCl a un moment égal à 109.10^{-19}. Il est donc évident que le moment permanent, par conséquent le pouvoir inducteur de la solution, doit augmenter quand on s'éloigne du côté gauche ou du côté droit du point isoélectrique. Effectivement, par extrapolation, les deux branches AB et CD se coupent au pH = 4,7. Mais les courbes $\varepsilon = F(pH)$ présentent des convexités BC autour du point isoélectrique, et nous savons, d'autre part, que les albuminoïdes sont des colloïdes hydrophiles (Jean Perrin), c'est-à-dire des corps ayant une grande affinité pour l'eau qu'ils fixent par attraction diélectrique ([1]). La condensation des dipôles d'eau sur les micelles d'ovalbumine est d'autant plus grande que celles-ci sont plus chargées, donc plus loin du point isoélectrique; ainsi pour le pH = 4,7 (où

([1]) N. Marinesco, *Comptes rendus*, 187, 1928, p. 718; 188, 1929, p. 1163; *Journ. Chimie physique*, 25, 1928, p. 659.

la charge est nulle) il y a minimum d'eau diélectriquement saturée et maximum de dipôles libres, ce qui produit l'augmentation du pouvoir inducteur de la solution.

Bref, le diagramme exprime la superposition de deux phénomènes contraires : 1° *l'effet amphotère* qui, à lui tout seul, donne une courbe $\varepsilon = F(pH)$ avec un minimum au point isoélectrique; 2° *l'effet hydrophile* donnant une courbe avec un maximum au point isoélectrique où l'on a le maximum de dipôles d'eau non liés tournant dans le rythme du champ de haute fréquence.

La présence de traces d'électrolyte neutre dans l'échantillon 2 produit un abaissement du pouvoir inducteur comme il faut s'y attendre, puisque tous les ions diminuent la constante diélectrique de l'eau ou des milieux polarisés à l'état permanent. Mais sur la branche alcaline CD, l'effet du sel disparaît et les deux courbes se superposent; il faut admettre, dans ce cas, que les traces de sel neutre ont été adsorbées par le colloïde et n'interviennent plus dans la polarisation du milieu.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action des carbonates alcalins sur le chlorure de plomb.* Note [1] de Mme **N. Demassieux**, présentée par M. G. Urbain.

La reproduction du chlorocarbonate de plomb, phosgénite naturelle, a été réalisée par Ch. Friedel [2], en chauffant en tube scellé à 180° du chlorure et du carbonate de plomb avec de l'eau. Le produit n'ayant pas été analysé, Tenne [3] contesta les conclusions de Friedel.

Les expériences ont été reprises par de Schulten [4] qui a obtenu et mesuré des cristaux qu'il a identifiés à la phosgénite.

Nous avons fait réagir les carbonates alcalins sur le chlorure de plomb, en solution aqueuse.

Les modifications subies par la solution et les précipités ont été suivis par des mesures de conductibilité. Sur le graphique on a porté en ordonnées $y = \frac{100 - a}{a}$, $100 - a$ et a étant des résistances variables, et en abs-

---

(1) Séance du 29 juillet 1929.

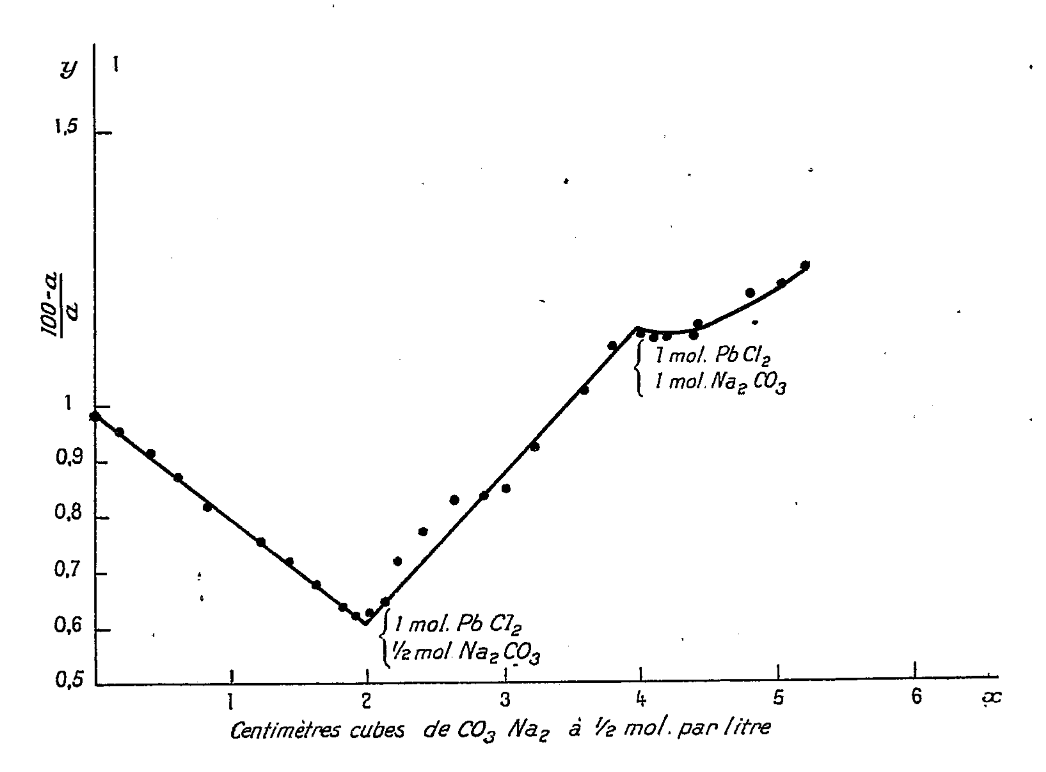
(2) *Bull. Soc. Minér.*, 4, 1881, p. 175.

(3) *N. Jahr. f. Min.*, 1832, p. 31, *Réf.*

(4) *Bull. Soc. Minér.*, 20, 1897, p. 191-193.

cisses les quantités de réactif mis en œuvre. Les courbes renseignent sur les réactions qui se succèdent au sein du liquide.

La réaction entre le chlorure de plomb et le carbonate de sodium donne lieu à des équilibres lents à s'établir et ne permettent pas de faire des mesures immédiates. Il a fallu trois semaines pour atteindre l'équilibre. La courbe, obtenue à 17°, montre un changement de direction brusque quand une demi-molécule de carbonate de sodium a réagi sur une molécule de chlorure de plomb.



L'analyse des précipités a montré que, le long de la première branche de la courbe, le dépôt solide est formé par le chlorocarbonate de plomb $(Pb\,Cl)^2\,CO^3$, identique à la phosgénite. Quand tout le chlorure de plomb est transformé en chlorocarbonate, l'addition ultérieure de carbonate alcalin transforme celui-ci en carbonate de plomb. A cette réaction correspond la deuxième branche de la courbe; le précipité est constitué alors par un mélange de phosgénite et de carbonate de plomb. Quand une molécule de carbonate alcalin a réagi sur une molécule de chlorure de plomb, la transformation du chlorocarbonate de plomb en carbonate est totale. Sui-

vant la troisième branche, le dépôt se compose exclusivement de carbonate de plomb.

Ces expériences précisent les conditions dans lesquelles la phosgénite peut prendre naissance.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Obtention d'azoïques mixtes correspondant à des alcoylacétylacétones.* Note [1] de M. **G. Favrel**, présentée par M. A. Béhal.

J'ai montré [2] que les hydrates diazoïques réagissaient facilement en solution acétique sur les alcoylacétylacétones et donnaient des monohydrazones de dicétones α.

Tout dernièrement, en préparant par cette méthode des hydrazones de cette série, j'ai observé qu'il était possible d'obtenir dans des conditions peu différentes de celles mentionnées [2], non seulement les corps cherchés, mais encore d'autres d'une composition toute différente.

Après avoir diazoté $\frac{1}{10}$ de molécule-gramme de parachloraniline en présence d'acide chlorhydrique, la solution est additionnée d'un excès d'acétate de soude, puis d'une proportion de carbonate de calcium précipité telle qu'il ne reste en présence de l'hydrate diazoïque que $\frac{1}{20}$ de molécule au plus d'acide acétique.

Le liquide filtré, refroidi énergiquement, est alors additionné de $\frac{1}{10}$ de molécule d'éthylacétylacétone dissous dans l'éther, vivement agité et maintenu à zéro. Après un contact de deux heures au plus des substances réagissantes, le précipité jaune brunâtre obtenu lavé et séché le plus rapidement possible est dissous dans l'éther de pétrole chaud qui l'abandonne par refroidissement sous la forme de petits cristaux fondant entre 34-35° de couleur jaune et ayant la composition centésimale et le poids moléculaire d'un corps de formule $C^{13}H^{15}N^2O^2Cl$ dont la formation peut être représentée par l'équation ci-dessous :

$$Cl-C^6H^4N=NOH + HC\begin{cases} CO-CH^3 \\ C^2H^5 \\ CO-CH^3 \end{cases} = H^2O + C^{13}H^{15}N^2O^2Cl.$$

Quant à sa constitution, elle peut, vu la fréquence des transpositions

(1) Séance du 12 août 1929.

(2) Favrel, *Comptes rendus*, 132, 1901, p. 41.

moléculaires dans les réactions de ce genre, être représentée par les schémas suivants :

$$(1)\quad \rightarrow \mathrm{Cl} - \mathrm{C^6H^4N}\overset{\diagup \mathrm{C^2H^5}}{\rule{2em}{0.4pt}}\mathrm{N} = \mathrm{C}\begin{matrix}\diagup \mathrm{CO} \rightarrow \mathrm{CH^3} \\ \diagdown \mathrm{CO} - \mathrm{CH^3}\end{matrix}$$

$$(2)\quad \rightarrow \mathrm{Cl} - \mathrm{C^6H^4N}\overset{\diagup \mathrm{CO} - \mathrm{CH^2}}{\rule{4em}{0.4pt}}\mathrm{N} = \mathrm{C}\begin{matrix}\diagup \mathrm{C^2H^5} \\ \diagdown \mathrm{CO} - \mathrm{CH^3}\end{matrix}$$

$$(3)\quad \rightarrow \mathrm{Cl} - \mathrm{C^6H^4N} = \mathrm{N\,C}\begin{matrix}\diagup \mathrm{CO} - \mathrm{CH^3} \\ - \mathrm{C^2H^5} \\ \diagdown \mathrm{CO} - \mathrm{CH^3}\end{matrix}$$

Comme le corps fondant à 34-35°, traité en solution alcoolique par l'amalgame de sodium en présence d'acide acétique, n'a fourni que de l'aniline, il doit être représenté par le schéma (3), qui en fait un azoïque mixte: le parachlorobenzène-azoéthyl-3-acétylacétone.

En opérant de la même manière avec les diazoïques de la parabromaniline, de la paranitraniline et l'éthylacétylcétone, j'ai obtenu respectivement :

Le parabromobenzène-azo-3-éthyl-3-acétylacétone, cristaux rouge orangé fondant à 73-74°;

Le paranitrobenzène-azo-3-éthyl-3-acétylacétone, cristaux jaune rougeâtre fondant à 76°.

La méthylacétylacétone m'a fourni, dans les mêmes conditions, avec le diazoïque et la paranitraniline : l'azoïque mixte correspondant, poudre jaune cristalline fondant à 79°.

La réaction tentée avec d'autres diazoïques ne m'a pas permis d'isoler les azoïques mixtes correspondant à l'état de pureté, en raison de ce qu'ils sont liquides à basse température et ne sont pas distillables sous pression réduite.

Quoi qu'il en soit, la production des azoïques mixtes précédents vient compléter les résultats obtenus par Dimroth et ses collaborateurs qui, en faisant réagir les diazoïques sur les dérivés triacidylés du méthane [1], [2], [3] ou du succinate d'éthyle, ont obtenu des azoïques mixtes à trois radicaux acides, tandis que ceux que j'ai pu obtenir n'en contiennent que deux et n'ont pu être transformés en hydrazones répondant aux schémas (1) ou (2).

---

[1] Dimroth et Hartman, *Ber. D. Chem. G.*, 40, 1907, p. 4460.
[2] Dimroth et Hartman, *Ber. D. Chem. G.*, 40, 1907, p. 2410.
[3] Dimroth et Hartman, *Ber. D. Chem. G*, 41, 1908, p. 4012.

Il convient enfin de remarquer que les azoïques mixtes précédents sont transformés par l'action de l'eau, à froid, et bien plus rapidement à chaud, surtout si elle renferme une certaine proportion d'acide chlorhydrique ou acétique, en monohydrazones de dicétones α avec élimination d'un radical acétyle. Les trois premiers azoïques mixtes m'ont ainsi fourni les hydrazones de pentanedione fondant respectivement à 158°, 139° et 158° tandis que l'azoïque mixte de la méthylacétylacétone a fourni l'hydrazone du butanedione fondant à 228°.

En résumé :

1° L'action des diazoïques sur les alcoylacétylacétones comporte deux phases : Dans la première, il y a formation d'un azoïque mixte qui peut être isolé parfois. Dans la seconde, l'azoïque mixte est décomposé par l'eau avec formation d'acide acétique et d'une monohydrazone de dicétone α.

2° La rapidité de cette décomposition par l'eau en présence d'acide acétique en trop grande proportion est telle que dans ce cas les produits obtenus dans cette réaction résultent de la superposition de ces deux phases comme je l'ai montré antérieurement (¹).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la formation de rubrène à partir de dérivés non chlorés.* Note (²) de M. **Joseph Robin**, présentée par M. Matignon.

Le rubrène n'a été obtenu jusqu'ici qu'à partir de l'éther chlorhydrique du diphénylphényléthinylcarbinol $(C^6H^5)^2CCl-C\equiv C-C^6H^5$, par perte d'une molécule d'acide chlorhydrique. Il aurait dû être théoriquement possible d'observer avec le carbinol lui-même la formation de rubrène, suivant un mode de décomposition analogue, mais avec perte d'eau, au lieu d'acide chlorhydrique :

$$(C^6H^5)^2C(-OH)-C\equiv C-C^6H^5 \xrightarrow{-H^2O} \text{rubrène.}$$

A. Des essais de déshydratation par la chaleur n'ont pas fourni la

(¹) Favrel, *Comptes rendus*, 132, 1901, p. 41.
(²) Séance du 12 août 1929.

moindre trace de cet hydrocarbure, pourtant décelable par sa fluorescence à des dilutions de l'ordre du millionième. L'usage de déshydratants tels que P^2O^5, SO^4KH, $ZnCl^2$ n'est pas plus favorable. A la vérité, il se forme un peu de rubrène quand on chauffe le carbinol en présence de HCl. On peut d'abord penser que cet acide agit comme déshydratant, mais il est plus naturel d'envisager la formation transitoire d'éther chlorhydrique dont la décomposition donnerait du rubrène suivant la réaction ordinaire.

Le corps azoté $(C^6H^5)^2C(-NH^2)-C\equiv C-C^6H^5$ décrit précédemment [1] donne bien du rubrène, mais ce n'est qu'à la condition, comme on l'a vu, d'être chauffé sous forme de chlorhydrate. Ici encore, on peut admettre la formation intermédiaire d'éther chlorhydrique :

$$[(C^6H^5)^2C(-NH^2)-C\equiv C-C^6H^5]HCl \rightarrow (C^6H^5)^2CCl-C\equiv C-C^6H^5+NH^3.$$

B. La formation de rubrène est-elle donc conditionnée par la présence du chlore dans la molécule génératrice ? Il n'en est rien et comme nous allons le démontrer, des molécules certainement exemptes de chlore peuvent donner du rubrène.

a. *Éthers-sel du carbinol* $(C^6H^5)^2C(O-CO-R)-C\equiv C-C^6H^5$. — Ces corps chauffés dans certaines conditions, libèrent facilement une molécule d'acide par molécule d'éther-sel et donnent du rubrène en quantité plus ou moins importante suivant le composé étudié. D'une façon générale, on peut observer, pendant la réaction, une décomposition ayant l'allure violente déjà notée avec l'éther chlorhydrique [2].

L'éther acétique se décompose très facilement, par simple chauffage, avec une importante libération d'énergie et donne des proportions notables de rubrène. La réaction, déjà plus modérée avec les éthers propionique et butyrique, est plus calme encore avec l'éther benzoïque. Le rendement en rubrène diminue quand on passe successivement de l'éther acétique aux éthers propionique, butyrique et benzoïque; avec ce dernier, il n'a été obtenu que des traces de rubrène. Il faut noter qu'à côté de ce corps, se forme, en proportions élevées, un autre hydrocarbure, jaune celui-ci, fondant à 245°, identique à celui qui se forme lors de la décomposition brutale de l'éther chlorhydrique et isolé pour la première fois par Ch. Moureu, Ch. Dufraisse et P. Lotte [3]. Le rendement en cet hydrocarbure varie en sens inverse de celui en rubrène, il est beaucoup plus grand avec l'éther benzoïque qu'avec l'éther acétique.

b. *Éthers-oxydes du carbinol* $(C^6H^5)^2C(O-R)-C\equiv C-C^6H^5$. —

---

(1) J. Robin, *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 252.

(2) Ch. Moureu, Ch. Dufraisse et J. Robin, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1582.

(3) Travaux inédits.

Comme avec les éthers-sels, il a été possible d'obtenir du rubrène par chauffage.

La décomposition, toutefois, ne se fait pas aussi facilement : il est nécessaire de chauffer à une température bien déterminée, pendant le temps voulu, pour éviter la formation d'abondantes résines qui empêchent toute cristallisation de rubrène. Il est à signaler que si l'on élève trop la température de chauffage on n'obtient plus de rubrène; et l'étude spectroscopique du produit de la réaction montre qu'il apparaît alors de nouvelles raies indiquant la présence de un ou plusieurs corps non isolés. Ces raies peuvent être observées dans les spectres des produits obtenus par chauffage très brutal du rubrène ou du pseudo-rubrène; il est donc à penser que si le chauffage des éthers-oxydes est trop violent, le rubrène formé se décompose à son tour pour donner ces corps. En opérant dans des conditions bien fixées, il a été possible d'isoler, à côté de l'hydrocarbure jaune de P. F. 245°, une certaine proportion de rubrène. L'étude, qui a porté sur les éthers méthylique et éthylique, a montré que l'éther éthylique se décompose plus facilement que l'éther méthylique.

c. *Corps nouveau.* — Par action de l'alcool sur le corps chloré signalé comme intermédiaire dans la formation du rubrène à partir de l'éther chlorhydrique (¹), il a été possible de préparer un nouveau corps non chloré de P.F. 214°-215°, actuellement à l'étude. Ce produit, chauffé dans des conditions déterminées, donne également du rubrène.

Il est donc parfaitement possible d'obtenir du rubrène à partir de corps non chlorés, dérivés du diphénylphényléthinylcarbinol. Sans doute, la présence de Cl facilite les transpositions et cyclisations qui aboutissent au rubrène, mais elle n'est pas essentiellement nécessaire.

Ainsi toute étude du mécanisme de la réaction de formation du rubrène à partir de l'éther chlorhydrique devra tenir compte beaucoup plus de la forme particulière de la chaîne carbonée que des propriétés spécifiques de l'atome d'halogène présent dans la molécule.

PHARMACODYNAMIE. — *Action des succédanés de la cocaïne sur les troncs nerveux. Comparaison de leur activité sur les fibres sensitives à leur activité sur les fibres motrices.* Note (²) de M. **J. Régnier**, présentée par M. A. Desgrez.

Dans une Note récente, j'ai étudié l'action du chlorhydrate de cocaïne d'une part sur les fibres motrices du nerf sciatique de *Rana esculenta*, d'autre

---

(¹) Ch. Moureu, Ch. Dufraisse, J. Robin, *loc. cit.*

(²) Séance du 5 août 1929.

part sur les fibres sensitives de ce même nerf et sur les fibres sensitives du lingual de chien (voie sensitive du réflexe linguo-maxillaire).

Dans la présente Note, je donnerai les résultats trouvés dans l'essai des principaux succédanés du chlorhydrate de cocaïne : chlorhydrates de pseudococaïne droite, de novocaïne, de stovaïne racémique, de stovaïne droite, de stovaïne gauche, de butelline, de tutocaïne; sulfate de butelline et formiate de pseudococaïne droite.

Les essais ont été effectués par les méthodes déjà exposées, basées sur le pourcentage de la baisse maximum de la chronaxie du nerf, sous l'influence du corps étudié.

a. En considérant les titres des solutions donnant, d'une part, pour les fibres motrices, d'autre part, pour les fibres sensitives du sciatique, la même baisse de chronaxie, nous pouvions conclure que le chlorhydrate de cocaïne est 15 fois plus actif sur les fibres sensitives que sur les fibres motrices du même nerf mixte.

Un raisonnement analogue montre que : le chlorhydrate de novocaïne est 2 à 3 fois plus actif sur les fibres sensitives; le chlorhydrate de stovaïne racémique, 3 à 4 fois; le chlorhydrate de stovaïne droite, 4 à 5 fois; le chlorhydrate de butelline, 3 à 5 fois; le chlorhydrate de tutocaïne, 10 fois; et le chlorhydrate de stovaïne gauche, ainsi que le chlorhydrate et le formiate de pseudococaïne droite sont presque aussi actifs sur le nerf moteur que sur le nerf sensitif.

Cette différence d'activité, en faveur des fibres sensitives, est donc extrêmement variable. Il est par conséquent impossible de conclure de l'effet sur le nerf moteur à l'effet sur le nerf sensitif. De plus, on voit que la différence d'activité varie, non seulement quand on passe d'un corps à un autre de formule chimique complètement différente, mais qu'elle varie encore quand on passe d'un corps à son isomère stéréochimique (chlorhydrate de cocaïne et chlorhydrate de pseudococaïne) et même quand on passe d'un corps à son isomère optique (chlorhydrate de stovaïne droite et chlorhydrate de stovaïne gauche).

Pour expliquer ces constatations, il semble que des hypothèses de nature anatomique ou physiologique (¹) soient insuffisantes. Il semble que l'on puisse penser plutôt à une explication physico-chimique du phénomène.

(¹) Pourtant le fait que les fibres sensitives ont été étudiées en liaison avec les centres, alors que les fibres motrices ont été essayées après séparation des centres, oblige à envisager une différence possible d'ordre physiologique.

Les fibres nerveuses, sensitives et motrices, n'auraient pas tout à fait la même constitution physico-chimique et, de ce fait, la faculté qu'elles possèdent de se combiner et de réagir à l'action des anesthésiques locaux varierait non seulement pour une même fibre, suivant la qualité chimique ou physico-chimique de ces corps, mais encore, pour un même corps, suivant la qualité motrice ou sensitive de la fibre.

b. Si maintenant nous comparons entre eux les titres des solutions qui produisent la même baisse de chronaxie sur les fibres sensitives du sciatique de grenouille et sur les fibres sensitives du lingual de chien, nous constatons les faits suivants :

Comme nous l'avons déjà vu, le chlorhydrate de cocaïne est 7 fois plus actif sur les fibres sensitives du sciatique que sur celles du lingual; le chlorhydrate de novocaïne l'est un peu plus de 5 fois; le chlorhydrate de stovaïne racémique l'est un peu moins de 10 fois; la butelline l'est de 5 à 10 fois; le chlorhydrate de tutocaïne l'est sensiblement 5 fois.

On voit donc que les corps étudiés sont régulièrement 5 à 10 fois plus actifs sur le nerf sensitif sciatique que sur le nerf sensitif lingual. Les différences sont, cette fois, de l'ordre des erreurs d'expérience. On peut donc admettre que l'action sur les deux nerfs sensitifs est, sinon semblable, tout au moins parallèle. Les résultats relatifs trouvés pour l'un seront valables pour l'autre. Il est ainsi probable que les deux nerfs sensitifs ont même constitution chimique et qu'ils ne diffèrent que par le nombre de leurs fibres ou encore par d'autres dispositions anatomiques ou physiologiques, comme, par exemple, un mode d'accord avec les centres plus parfait pour le lingual, nerf non itératif.

CYTOLOGIE. — *Les tégosomes dans la spermatogenèse des Mollusques prosobranches et leurs rapports avec le noyau*. Note (1) de M. **P. Grassé** et Mlle **O. Tuzet**, transmise par M. Mesnil.

Sous le nom de *tégosomes* nous avons décrit, dans les cellules séminales des Mollusques-prosobranches, une nouvelle catégorie de constituants cytoplasmiques (2), dont nous précisons ici les caractères.

Sur le frais, leur coloration en rouge s'obtient : 1° par la solution alcoolique de Soudan III, mais exige, pour être nette, une dizaine de minutes;

(1) Séance du 12 août 1929.

(2) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 883.

2° par le mélange de Biondi (fuchsine acide, vert de méthyle) qui, en même temps qu'eux, teint en rose vif le flagelle antérieur, en rose pâle les mitochondries et parfois l'idiozome avec son reliquat, en vert le noyau. Le mélange de Biondi, perdant très vite ses propriétés tinctoriales, doit être préparé au moment de son emploi; on l'ajoute sur la lame au sperme dilué dans l'eau de mer, sperme qui, dans une solution même forte, ne s'altère pas sensiblement et reste longtemps vivant.

La lecture de notre première Note, très condensée, pouvait laisser l'impression que nous confondions tégosomes et mitochondries. Il n'en est rien. Les mitochondries, dans les éléments que nous avons étudiés, ne s'appliquent pas sur le noyau et prennent, en toute netteté, le vert Janus, alors que les tégosomes restent incolores. Au cours de la spermiogenèse, elles se groupent en chondriosphères qui passent, en entier, dans le segment intermédiaire.

Le rouge neutre, le bleu brillant de crésyl colorent des vacuoles ([1]) ainsi que l'acrosome de Lenhossek, mais ne teignent jamais les tégosomes. Les dictyosomes paraissent sans rapports avec les tégosomes; toutefois certaines de leurs réactions microchimiques sont analogues.

Il ne faut confondre les tégosomes ni avec les grains du précipité qui se forme souvent sur la tête des spermatozoïdes après la coloration par la fuchsine d'Altmann, ni avec les plis transversaux ou obliques des spermies tordues, ni avec les gouttelettes du plasma périphérique soulevé par la fixation.

Koltzoff (1908), en soumettant le sperme à la plasmolyse ou à l'hydrolyse, constata la très grande résistance du flagelle intranucléaire et reconnut une moindre solidité aux autres éléments (les tégosomes) de son *Kopfskelett*. Ses figures montrent qu'en réalité ils souffrent beaucoup de ces divers traitements. Les tégosomes sont des organites fragiles.

Voici quelques faits nouveaux sur les rapports des tégosomes avec le noyau des spermatocytes I et II. Le Soudan III sur le frais, les techniques de Ciaccio, de Smith-Dietrich colorent, à la périphérie et à l'extérieur de nombreux noyaux, une zone d'épaisseur uniforme ou irrégulière, dans laquelle on ne reconnaît pas de tégosomes isolés. Après l'action très prolongée de l'acide osmique seul, on observe un encroûtement d'un noir franc autour du noyau; tandis que les mitochondries et les dictyosomes sont teintés en gris. Ces réactions sont bien celles des lipoïdes.

([1]) Que nous ne confondons point avec le *crinome* de Chlopine comme le suppose Gambier (1929).

Nous pensons que les tégosomes se forment aux dépens de cette croûte périnucléaire. Hirschler (1925) a déjà noté que la membrane nucléaire de beaucoup de cellules contient des lipoïdes osmioréducteurs. Il est possible que ces substances, à un moment donné, sortent du noyau pour constituer la zone au sein de laquelle s'organiseraient les écailles, les demi-lunes, primordia de nos tégosomes.

La production de lipoïdes par le noyau est d'ailleurs une notion ancienne. Wassilief (1907), K. E. Schreiner (1915), Dehorne et Hosselet (1928) font sortir le chondriome du nucléole. Hirschler (1928) a signalé des rapports, sinon génétiques du moins de voisinage, entre les dictyosomes et les nucléoles. Dans ces derniers organites, Cajal, del Rio Hortega, Carlton ont découvert des corpuscules argentophiles. Meves a bruni par l'acide osmique les nucléoles des cellules séricigènes des chenilles.

Les tégosomes, les mitochondries et les dictyosomes appartiennent, vraisemblablement, à des catégories de substances lipoprotéiques affines dont l'ensemble constituerait le chondriome, au sens le plus large du terme. Il ne s'agit point toutefois de confondre entre eux ces divers éléments dont l'autonomie nous paraît évidente (on en trouve la preuve dans leur évolution au cours de la spermiogenèse), mais de souligner les propriétés physicochimiques qu'ils possèdent en commun. Le problème de l'origine des mitochondries et des dictyosomes, à nos yeux, reste entier [1].

La séance est levée à 15h20m.

E. P.

---

[1] Perroncito (1910) a imprégné par l'argent la zone périnucléaire des éléments séminaux de la paludine, de même que les tégosomes en file spiralée de la némaspermie typique. Hyman (1923) a vu et exactement figuré ces organites chez *Fasciolaria tulipa*, mais les a pris pour des chromosomes! Les bâtonnets périnucléaires du spermatozoïde de *Spelerpes* (mitochondries de Terni, 1914) correspondent vraisemblablement à des tégosomes. Duboscq et Grassé (1925) ont décrit chez le Flagellé termiticole *Pyrsonympha vertens*, des parabasalies accolées au noyau qui ressemblent beaucoup aux tégosomes en demi-lunes.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances de juillet 1929.

The european starling on his westward way, par Marcia Brownell Bready. New-York, Knickerbocker Press, 1929; 1 vol. 21^{cm}.

Les ondes hertziennes et la télégraphie sans fil, par A. Boutaric. Paris, Flammarion, 1929; 1 vol. $18^{cm},5$. (Présenté par M. le général Ferrié.)

Iconographie des orchidées d'Europe et du Bassin méditerranéen, par E.-G. Camus et Mlle A. Camus; texte. Paris, Paul Lechevalier, 1929; 2 vol. $28^{cm},5$. (Présentés par M. H. Lecomte.)

Auge und Sehkraft, par Paul Kaemmerer. Geiselgasteig, chez l'auteur, 1929; 1 vol. 27^{cm}.

Newton, Maupertuis et Einstein. Réflexions à propos de la Relativité, par F. Prunier. Paris, Albert Blanchard, 1929; 1 vol. $22^{cm},5$.

La science des plans de villes, par A.-Augustin Rey, Justin Pidoux, Charles Barde, Lausanne, Paillot; Paris, Dunod, s. d.; 1 vol. $27^{cm},5$.

Contributions à l'étude des Tachinaires en Roumanie, par Petru M. Suster. Iasi, Opinia, 1929; 1 vol. 23^{cm}.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 AOUT 1929.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE ROUX.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. A. **Lacroix**, de retour de son voyage aux Indes Néerlandaises, donne des renseignements sur le *Fourth Pacific Science Congress*, où il a représenté l'Académie.

AÉRONAUTIQUE. — *Observations sur le tour du monde par le Graf-Zeppelin.* Note (1) de M. **F.-E. Fournier.**

On ne saurait trop féliciter le docteur Eckener d'avoir réussi à construire le *Graf-Zeppelin*, dans des conditions lui permettant d'entreprendre le tour du monde, avec trois relâches seulement, en l'y maintenant, sensiblement, sur le *parallèle astronomique* et *dans l'est* de son point de départ, à Berlin.

C'était, en effet, il faut bien le remarquer, le seul moyen d'éviter le plus grave des périls : celui d'y rencontrer un de ces vastes *cyclones* se formant dans les hautes régions atmosphériques où planent les cirrus, et dont les vents violents déchaînent, dans leur descente précipitée, à leurs bases, sur la mer, les tempêtes giratoires, à dépressions centrales que les navires reçoivent en prenant aussitôt la *cape sèche* pour leur salut; mais qui entraîneraient, dans une chute catastrophique inévitable, tous les aéronefs, géants, ou minuscules, englobés dans le cycle dévastateur des cyclones.

---

(1) Séance du 21 août 1929.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le calcul des chutes de tension des transformateurs de tension des courants alternatifs, quand ils exigent un fort courant d'excitation.* Note (1) de M. **André Blondel.**

Nous nous proposons de montrer ici que le degré d'approximation obtenu dans ce cas avec les abaques ou formules approchées est très suffisant pour que ces procédés restent légitimes.

Notations : Adoptons la notation vectorielle complexe pour les variables et les constantes des circuits, en désignant par : n_1 n_2 les nombres de spires des deux enroulements primaire et secondaire, E_1, E_2 les forces électromotrices induites au primaire et au secondaire, U_1, U_2 les tensions aux bornes réelles, I_1 I_2 les intensités de courant primaire et secondaire, mesurées en sens opposés, I_0 le courant d'excitation défini par $I_0 = I_1 - \frac{n_1}{n_2} I_2$; M le coefficient d'induction mutuelle entre les enroulements $M = \frac{4\pi n_1 n_2}{\mathcal{R}}$, $\mathcal{R}$ étant la réluctance du noyau; l_1, l_2 les inductances de perte des enroulements dans l'air; L_1, L_2 les inductances totales $\left(L_1 = \frac{n_1}{n_2} M + l_1;\ L_2 = \frac{n_2}{n_1} M + l_2\right)$, r_1, r_2 les résistances ohmiques des enroulements; $z_1 = r_1 + j\omega l_1$, $z_2 = r_2 + j\omega l_2$ les impédances propres des deux enroulements en dehors de l'inductance mutuelle; Z_1, Z_2 les impédances totales $Z_1 = r_1 + j\omega L_1$, $Z_2 = r_2 + j\omega L_2$; Z_{a1} et Z_{a2} les impédances apparentes du transformateur rapportées au circuit primaire et au circuit secondaire respectivement; α l'angle de retard du flux par l'effet des pertes (hystérésis et courants de Foucault); $I_p = I_0 \sin\alpha$ le courant de perte; $I_m = I_0 \cos\alpha$ le courant purement magnétisant; $Y = g + js$ l'admittance du circuit excitateur primaire.

Les E, U, I sont des grandeurs efficaces complexes.

Les pertes par hystérésis et courants de Foucault se traduisent par l'addition au courant magnétisant I_m d'un courant de pertes $jI_m \operatorname{tang}\alpha = I_\sigma$.

On peut expliciter Y, d'après ce qui précède, sous la forme

$$Y = \frac{1}{j\omega(L_1 - l_1)} = \frac{\mathcal{R}(\cos\alpha + j\sin\alpha)}{j\omega(4\pi n_1^2)\cos\alpha}.$$

Considérons d'abord le circuit primaire isolément.

(1) Séance du 12 août 1929.

Bobine primaire seule. — On a entre le courant $(I_1)_0$ la force électromotrice primaire à vide $(E_1)_0$ et la tension aux bornes primaires, les relations

$$U_1 = (E_1)_0 + (r_1 + j\omega l_1)I_0 = (E_1)_0(1 + Y[r_2 + j\omega l_1]$$

$$\xi = \frac{(E_1)_0}{U_1} = \frac{1}{1 + \frac{(r_1 + j\omega l_1)}{j\omega(L_1 - l_1)}} \approx 1 - \frac{r_1 + j\omega l_1}{j\omega(L_1 - l_1)} \approx 1 - \frac{r_1 + j\omega l_1}{j\omega 4\pi n_1^2}(1 + j\,\text{tang}\,\alpha)\,\mathcal{R}.$$

L'inductance l_1 donne lieu à un flux dont le chemin dans l'air présente une réluctance $\mathcal{R}_1 \neq \mathcal{R}$, et l'on a $l_1 = \frac{4\pi n_1^2}{\mathcal{R}_1}$. En substituant,

$$\frac{[E_1]_0}{U_1} \approx 1 - \frac{\mathcal{R}}{\mathcal{R}_1}(1 + j\,\text{tang}\,\alpha) + \frac{j r_1}{\omega(L_1 - l_1)}(1 + j\,\text{tang}\,\alpha) \approx 1 - \frac{\mathcal{R}}{\mathcal{R}_1} - \frac{r_1\,\text{tang}\,\alpha\,\mathcal{R}}{\omega 4\pi n_1^2}$$
$$+ j\left[\frac{r_1 \mathcal{R}}{\omega 4\pi n_1^2} - \frac{\mathcal{R}}{\mathcal{R}_1}\right].$$

L'argument de cette expressinn correspond généralement à un angle très faible, souvent négligeable, tandis que le module ne l'est pas. Ce rapport varie avec la saturation, qui modifie $\mathcal{R}$. D'autre part tang α varie proportionnellement à une puissance de E comprise entre 1,6 et 2. L'impédance apparente de la bobine sera donnée par la relation

$$Z = \frac{U_1}{I_0} = \frac{U_1}{YE_0} = \frac{1}{Y} + r_1 + j\omega l_1$$
$$= r_1 + j\omega\pi 4 n_1^2\left[\frac{1}{\mathcal{R}_1} + \frac{\cos\alpha}{\mathcal{R}}(\cos\alpha - j\sin\alpha)\right]$$
$$= r_1 + \frac{\omega 4\pi n_1^2 \sin\alpha\cos\alpha}{\mathcal{R}} + j\omega 4\pi n_1^2\left(\frac{1}{\mathcal{R}_1} + \frac{\cos^2\alpha}{\mathcal{R}}\right) = R + jX.$$

On devra la mesurer en alimentant la bobine par courants sinusoïdaux dont on fera varier l'intensité I_0, et en séparant le terme en phase et le terme déphasé. On tracera une courbe pour chacun des deux termes R et X; et c'est la courbe du terme déphasé X qui devra servir (et non pas une courbe du module de Z comme l'ont cru quelques auteurs) pour la recherche des régimes de ferro-résonance provoqués par l'addition d'un condensateur en série.

Inversement on déterminera, séparément aussi, par deux courbes les deux termes de l'admittance apparente $\frac{1}{Z} = \frac{R}{R^2 + X^2} - j\frac{X}{R^2 + X^2}$, en alimentant la bobine sous des tensions variables et sinusoïdales; la courbe des $\frac{X}{R^2 + X^2}$ pourra alors être employée pour la recherche de la ferro-

résonance des circuits-bouchon obtenus en ajoutant un condensateur en dérivation sur la bobine.

Rapport de transformation du transformateur. — Si maintenant nous ajoutons le circuit secondaire du transformateur, nous pouvons écrire les deux équations suivantes respectivement pour le primaire et le secondaire, ce dernier alimentant un circuit extérieur à la tension U^2 et sous le décalage de phase φ_2

$$U_1 = Z_1 I_1 = j\omega M I_2, \qquad U_2 + Z_2 I_2 = -j\omega M I.$$

Si l'on appelle encore I_0 le courant d'excitation à vide, la première peut s'écrire, après division par Z,

$$(1) \qquad I_0 = I_1 - \frac{j\omega M}{Z_1} I_2$$

et la seconde, après avoir éliminé I, au moyen de la première,

$$(2) \qquad -\frac{j\omega M}{Z_1} U_1 = U_2 + \left[j\omega M \frac{j\omega M}{Z_1} + (r_a + j\omega L_2) \right] I_2 = U_2 + \left[\left(\frac{j\omega M}{Z_1^2} \right)^2 Z_1 + Z_2 \right] I_2.$$

Sous cette forme, on reconnaît que le coefficient de transformation du primaire au secondaire n'est pas le rapport du nombre des spires $\frac{n_2}{n_1}$ mais bien l'expression plus complexe, vectorielle

$$(3) \qquad h = \frac{j\omega M}{Z_1} = \frac{n_2}{n_1} \frac{(E_1)_0}{U_1} = \frac{n_2}{n_1} \left[1 - \frac{r_1 + j\omega l_2}{\frac{n_1}{n_2} j\omega M} + \left(\frac{r_1 + j\omega l_1}{\frac{n_1}{n_2} j\omega M} \right)^2 - \dots \right] = \frac{n_2}{n_1} \xi$$

en remarquant que $M = \frac{n_2}{n_1}(L_1 - l_1)$, et en tenant compte du calcul fait plus haut pour la force électromotrice interne de la bobine, et en développant en série, comme plus haut, le second membre. Ce coefficient vectoriel permet d'écrire les équations précédentes sous la forme condensée

$$(4) \qquad I_0 = I_1 - h I_2; \qquad -h U_1 = U_2 + [h^2 Z_1 + Z_2] I_2 = U_2 + Z_{a1} I_2 \qquad (5)$$

Le facteur de transformation se mesure en comparant les tensions primaires et secondaires, à vide ($I_2 = 0$); puis l'impédance totale Z_{2cc} du transformateur rapportée au secondaire est représentée par les termes entre parenthèses, qui sont déterminés par un essai en court circuit, en mesurant la tension aux bornes primaires quand $U_2 = 0$; on a donc

$$h = -\frac{(U_2)_0}{(U_1)_0}; \qquad Z_{cc2} = (h^2 Z_1 + Z_2) = -\frac{h(U_1)_{cc}}{(I_2)_{cc}} = -\frac{(U_2)_0}{(U_1)_0} \frac{(U_1)_{cc}}{(I_2)_{cc}}.$$

Il est facile d'expliciter l'impédance totale en fonction des inductances de fuite et du courant de perte, en remplaçant $h^2 Z_{a1}$ par son équivalent $hj\omega M$ qu'on obtient en multipliant par $j\omega M$ l'expression de h donnée ci-dessus, et en remplaçant dans le premier terme M par son équivalent $\frac{n_1}{n_2}(L_2 - l_2)$; on a ainsi

$$h^2 Z_1 = -j\omega(L_2 - l_2) + \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 (r_1 + j\omega l_1)\left[1 - \frac{n_2}{n_1}\frac{r_1 + j\omega l_1}{j\omega M} + \ldots\right].$$

D'où

$$h^2 Z_1 + Z_2 = r_2 + j\omega l_2 + \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 (r_1 + j\omega l_1)\left[1 - \frac{n_2}{n_1}\frac{r_1 + j\omega l_1}{j\omega M} + \ldots\right]$$

$$(6) \qquad = r_2 + j\omega l_2 + \xi\left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 (r_1 + j\omega l_1).$$

On déduit de (6) la chute de tension aux bornes secondaires

$$(7) \qquad (U_2)_0 - U_2 = \left[r_2 + j\omega l_2 + \xi\left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 (r_1 + j\omega l_1)\right] I_2 = Z_{a2} I_2.$$

L'équation des chutes de tension, rapportée au circuit primaire, se déduit de (5) en remplaçant I_2 par sa valeur en fonction de I_1 et I_0

$$(8) \qquad -U_1 = \frac{U_2}{h} + \frac{1}{h^2} Z_{a2}(I_1 - I_0) = \frac{U_2}{h} + Z_{a1}(I_1 - I_0),$$

en désignant par Z_{a2} l'impédance apparente du transformateur rapportée au primaire. Une mesure de celle-ci peut être faite en court circuit, en supposant $(I_0)_{cc}$ négligeable [1] devant $(I_1)_{cc}$, par suite de la réduction de la tension appliquée $(U_1)_{cc}$; on a alors $Z_{a1} \approx \frac{(U_1)_{cc}}{(I_1)_{cc}}$.

On déterminera le module de Z_{a1} par $Z_{a1} = \left(\frac{U_1}{I_1}\right)_{cc}$ et l'argument par une mesure wattmétrique en comparant la puissance réelle P_{cc} et la puissance apparente $(U_1 I_1)_{cc}$, aux bornes primaires; d'où

$$\cos\gamma = \frac{P_{cc}}{[U_1 I_1]_{cc}} \qquad \text{et} \qquad Z_{a1} = \frac{[U_{1cc}]}{[I_{1cc}]}(\cos\gamma + j\sin\gamma).$$

L'abaque universel reste applicable à la mesure des chutes de tension relatives $\frac{(U_2)_0 - U_2}{(U_2)_0}$ en remplaçant le décalage γ par $\gamma - \theta$, pour tenir compte que $(U_2)_0$ est décalé de θ en arrière de U_1.

---

(1) Si l'on veut éviter la petite erreur provenant de l'approximation $(I_0)_{cc} = 0$, on comparera oscillographiquement $(U_1)_{cc}$ et $(I_2)_{cc}$; mais cette comparaison est délicate, et l'hypothèse $(I_0)_{cc} = 0$ est suffisamment justifiée.

On pourra, sans grande erreur, supposer θ négligeable devant γ, dans les transformateurs n'ayant pas un très fort courant à vide; mais si ce courant est fort, et surtout si le courant des pertes est important, une mesure de θ sera utile.

Dans tous les cas, on aura une valeur trop forte de Z_{a1} en remplaçant h par $\frac{n_2}{n_1}$, comme le montre l'expression (3) de h.

Le calcul des chutes de tension des transformateurs de tension par les formules usuelles ou par des abaques donne alors une chute un peu plus forte que la chute réelle et offre ainsi une marge de sécurité, qui peut compenser l'erreur faite en sens inverse par la réduction de $(I_1 - I_0)_{cc}$ à $(I_1)_{cc}$ dans la mesure de Z_{a1}. Ces méthodes restent donc applicables.

GÉODÉSIE. — *Au sujet des prismes verticaux de la Terre ayant même masse.* Note (1) de M. **William Bowie.**

On a dit bien des choses sur les prismes verticaux de la terre qui ont même masse, mais, à en juger par les articles scientifiques parus à ce sujet, il semble qu'il y ait quelque malentendu au sujet de la profondeur jusqu'à laquelle ces prismes s'étendent.

Le principe fondamental de la théorie de l'isostasie est le suivant : A la limite inférieure de l'écorce terrestre existe une surface équipotentielle ayant à peu près la forme d'un ellipsoïde. Si l'on enlevait toutes les masses situées au-dessus de cette surface, il resterait un corps constituant une approximation très rigoureuse d'un ellipsoïde idéal.

Une surface équipotentielle, située à la profondeur de compensation ou plus bas, ne se trouve pas partout à la même distance du niveau de la mer ou de la surface du géoïde, car deux surfaces quelconques équipotentielles (ou de niveau) sont séparées par une plus grande distance à l'équateur qu'aux pôles.

On sait que le rayon équatorial dépasse d'environ 15 milles le rayon polaire. En conséquence, les masses de deux prismes verticaux compris entre deux surfaces équipotentielles, mais à des latitudes différentes, ne sont pas les mêmes. Cependant, ces deux prismes exercent la même pression sur la surface équipotentielle inférieure.

(1) Séance du 21 août 1929.

D'après la discussion des données fournies par la Géodésie, la profondeur à laquelle s'étend la compensation isostatique est d'environ 60 milles au-dessous du niveau de la mer. Mais, si nous admettons que cette profondeur de compensation, correspondant à la limite inférieure de l'écorce terrestre, est exactement 60 milles à l'équateur, elle ne peut être que 59,7 milles aux pôles.

Dans les études relatives à l'isostasie, on ne tient aucun compte de cette légère différence entre les hauteurs des prismes de l'écorce terrestre ayant même masse aux différentes latitudes. D'ailleurs aucune des conclusions obtenues ne serait altérée, même à un degré très faible, si l'on en tenait compte.

La hauteur de certains des prismes d'égale masse de l'écorce terrestre est beaucoup plus forte, ou beaucoup plus faible, que leur hauteur moyenne. Sous l'Himalaya, par exemple, cette hauteur étant 63 milles ou plus, sous l'Océan, dans la partie orientale des îles Philippines, si l'eau était transformée en une masse rocheuse équivalente, cette hauteur ne serait que 56 milles environ. Mais les prismes exercent tous la même pression sur la surface de niveau située à la profondeur de compensation.

Dans les discussions relatives à l'isostasie, on a admis incidemment que tous les prismes de même base, s'étendant de la surface au centre de la terre, ont la même masse. A vrai dire, au lieu de parler de prismes s'étendant de la surface de la terre à son centre, il vaut mieux employer le mot cône; si l'on ne considère que l'écorce terrestre, il faut même employer le terme « tronc de cône ». Si la surface de niveau correspondant à la surface des océans était une sphère parfaite, tous les cônes de même base, ayant leur sommet au centre de la terre, auraient la même masse. Mais comme cette surface de niveau est sensiblement celle d'un ellipsoïde de révolution, les cônes dont les bases sont situées à des latitudes différentes ont différentes longueurs et nécessairement différentes masses. Bien plus, une verticale (ligne de force de la pesanteur), s'incurvant en traversant la terre de sa surface à son centre, il n'est pas possible, en réalité, de considérer des cônes limités par des génératrices verticales rectilignes.

Il est bien vrai, selon le principe de l'isostasie, que des solides analogues à des cônes d'égale section transversale au niveau de la mer et s'étendant de la surface au centre de la terre, le long d'une même parallèle, ont des masses égales. Les cônes correspondant à la même latitude de l'hémisphère opposé ont aussi la même masse. Mais si l'on considère deux cônes dont les

bases sont à des latitudes différentes, ils n'ont pas nécessairement la même masse ; le plus rapproché de l'équateur a la plus forte masse.

En tenant compte de l'isostasie, nous admettons, ce qui semble justifié, que les matériaux situés au-dessous de l'écorce terrestre obéissent aux lois d'équilibre des liquides. Dans les différentes régions de l'écorce, les densités et les pressions sont différentes. Lorsque nous essayons de nous imaginer comment se rétablit la compensation isostatique lorsqu'elle a subi une perturbation, nous nous figurons l'écorce terrestre comme constituée par des prismes ou blocs verticaux accolés, séparés par des surfaces verticales. Cette conception est justifiée. Les parois verticales de blocs de section transversale restreinte sont si sensiblement parallèles qu'il est permis de parler des « prismes » de l'écorce terrestre au lieu d'employer l'expression « tronc de cône » qui n'a même pas pour elle, comme il a été expliqué, l'avantage de la rigueur mathématique.

Un des résultats de la théorie de l'isostasie est de prouver que les variations de densité, déterminant les irrégularités de la surface terrestre, ont leur siège à une faible profondeur sous cette surface ; il semble que l'action des matériaux situés au-dessous de l'écorce doit être comparée à celle d'un fluide exerçant une longue et continuelle pression dans le cours des âges géologiques.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie le décès de Sir *E. Ray Lankester*, Associé étranger.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certains problèmes analogues au problème de la chaleur.* Note de M. Georges Giraud [1].

Étant donnés un domaine $\mathcal{D}$ borné ouvert, de frontière S, dans un espace à $m \geqq 3$ dimensions [2], et l'équation linéaire homogène de type elliptique $\mathcal{F}(u) = 0$, nous nous donnons sur S des fonctions ψ et f, la première ayant

[1] Voir *Comptes rendus*, 187, 1928, p. 498 et 632 ; 188, 1929, p. 765, 976 et 1221. Prière de s'y reporter pour les notations non expliquées ici.

[2] Le cas de deux dimensions peut être ramené au cas de trois dimensions.

ses dérivées continues et la seconde étant continue, et nous cherchons une solution u de l'équation telle que l'on ait sur S

$$\Sigma_{\alpha,\beta} c_\alpha a_{\alpha,\beta} \frac{du}{dx_\beta} + \psi u = f;$$

les c_α sont les cosinus directeurs de la normale dirigée vers l'extérieur de $\mathcal{D}$. Pour cela nous posons $\theta_\alpha = - c_\alpha \psi$, les θ_α étant les fonctions qui interviennent dans les opérations Θ et Z; nous définissons, comme pour le problème de Dirichlet, les coefficients de $\mathcal{F}$ et les fonctions θ_α dans tout l'extérieur de $\mathcal{D}$ et la fonction $\chi(X)$ dans tout l'espace, et nous formons pour l'équation $\mathcal{F}(u) = \chi u$ la solution élémentaire $G(X, \Xi)$ qui s'annule à l'infini, ainsi que ses dérivées de tout ordre, de façon exponentielle. Nous poserons

$$u(X) = -2\lambda \int^{(m)} G(X, A)\chi(A)\rho(A)\,dV_A + 2\lambda \int_S^{(m-1)} G_2(X, A)\sigma(A)\,dS_A,$$

l'intégrale d'ordre m étant étendue à tout l'espace; les inconnues ρ et σ devront satisfaire à un système de Fredholm à l'aide duquel on démontre, comme pour le problème de Dirichlet, que le problème est soluble quel que soit f si, pour $f = 0$, il n'a que la solution zéro; dans le cas contraire, il y a autant de solutions linéairement indépendantes de $\mathcal{F}(u) = 0$, telles que $\Theta(u)$ s'annule sur S, que de solutions linéairement indépendantes de $G(\varphi) = 0$ telles que $Z(\varphi)$ s'annule sur S; dans tous les cas le système de Fredholm donne toutes les solutions et chacune une seule fois.

Ce résultat peut être généralisé. Supposons que la frontière de $\mathcal{D}$ se compose de plusieurs contours sans point commun; sur les uns, dont la réunion sera nommée S, on se donne u; sur les autres, dont la réunion est T, on se donne $\Theta(u)$, en choisissant comme ci-dessus les fonctions θ_α de façon que le coefficient de u dans Θ ait une valeur donnée. Pour trouver u, on pose

$$u(X) = -\lambda \int^{(m)} G(X, A)\chi(A)\rho(A)\,dV_A - 2\lambda \int_S^{(m-1)} Z[G_2(X, A)]\sigma(A)\,dS_A + 2\lambda \int_T^{(m-1)} G_2(X, A)\tau(A)\,dS_A;$$

les nouvelles inconnues ρ, σ, τ doivent satisfaire à un système de Fredholm; on a ainsi toutes les fonctions u cherchées et chacune une seule fois. La démonstration prouve aussi qu'il y a autant de solutions linéairement indépendantes de $\mathcal{F}(u) = 0$ telles que $u = 0$ sur S et $\Theta(u) = 0$ sur T que de solutions linéairement indépendantes de $G(\varphi) = 0$ telles que $\varphi = 0$ sur S et

$Z(v) = 0$ sur T. Si ce nombre est positif, soient $v_1, v_2, \ldots, v_p$ ces fonctions v linéairement indépendantes; les conditions nécessaires et suffisantes pour qu'il existe une fonction u telle que $\mathcal{F}(u) = h$, $u = f$ sur S et $\Theta(u) = \varphi$ sur T sont que l'on ait

$$\int_{\varpi}^{(m)} h v_k dV + \int_{S}^{(m-1)} f Z(v_k) dS - \int_{T}^{(m-1)} \varphi v_k dS = 0 \qquad (k = 1, 2, \ldots, p).$$

Ces propositions ont lieu moyennant les mêmes hypothèses de régularité que les propositions analogues sur le problème de Dirichlet. Mais si l'on se borne au cas d'un domaine ϖ homothétique d'un domaine fixe dans un rapport ρ assez petit, la condition sur la frontière étant

$$\sum_{\alpha,\beta} c_{\alpha,\beta}\, a_{\alpha,\beta} \frac{\partial u}{\partial x_\beta} + \frac{\psi u}{\rho} = \varphi, \qquad \psi > 0,$$

on démontre que le problème est soluble moyennant la continuité (L) des coefficients de $\mathcal{F}$. Ce résultat sert de lemme pour le théorème suivant, généralisation d'un théorème de M. Serge Bernstein [1] :

Si u satisfait à une équation linéaire ou non, de type elliptique, holomorphe par rapport à tous ses arguments, et si les dérivées secondes de u sont continues (L), *u est holomorphe.*

MÉCANIQUE. — *Sur des analogies gyroscopiques de l'induction mutuelle et des fuites magnétiques.* Note [2] de M. **Bernard Salomon**, présentée par M. Mesnager.

1. *Moteur monophasé d'induction.* — L'appareil déjà décrit [3], hypothèses et notations subsistant, mais avec cadre AB fixe ($\alpha = 0$), est un

---

(1) Serge Bernstein, *Sur la nature analytique des solutions des équations aux dérivées partielles du second ordre* (*Thèse*, Paris, 1903); *Démonstration du théorème de M. Hilbert sur la nature analytique des solutions des équations du type elliptique sans l'emploi des séries normales* (*Mathematische Zeitschrift*, **28**, 1928, p. 330-348). Voir aussi Gevrey. *Démonstration du théorème de Picard-Bernstein par la méthade des contours successifs; prolongements analytiques* (*Bulletin des Sciences mathématiques*, **50**, 1926, p. 113-128).

(2) Séance du 17 juillet 1929.

(3) *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 358. Il s'agissait de gyroscopes non pas entretenus mais mobiles avec frottement dans leurs paliers et recevant, par adhérence, des rotations propres alternatives.

moteur gyroscopique asynchrone monophasé, de couple :

$$C_m = \frac{m}{8}\frac{(Cu'_{max})^2 R(\omega-\omega_1)}{R^2+C^2(\omega-\omega_1)^2} - \frac{m}{8}\frac{(Cu'_{max})^2 R(\omega+\omega_1)}{R^2+C^2(\omega+\omega_1)^2}.$$

2. *Induction mutuelle entre deux circuits fixes.* — Sur l'axe b, s'appliquent les couples alternatif donné K et résistant $-R_1\psi'$. On bloque le rotor (à gyroscope unique) : les équations

$$K = R_1\psi' + (A\sin^2\theta_0 + C\cos^2\theta_0)\frac{d}{dt}(\psi') + C\cos\theta^0\frac{d}{dt}(\varphi'),$$

$$o = R\varphi' + C.\frac{d}{dt}(\varphi') + C\cos\theta_0\frac{d}{dt}(\psi')$$

transposent les relations classiques.

3. *Fuites magnétiques et moments d'inertie.* — Aux coefficients d'Hopkinson ν_1 et ν_2 correspondent les quantités $n_1 = \frac{A\sin^2\theta_0 + C\cos^2\theta_0}{C\cos\theta_0}$ et $n_2 = \frac{1}{\cos\theta_0}$ à σ, la quantité $s = \frac{A\sin^2\theta_0}{A\sin^2\theta_0 + C\cos^2\theta_0}$, égale à 1 pour $C = o$.

Le maximum de s est alors touché (gyroscope réduit à une aiguille). Aux flux de fuite correspondent des moments cinétiques *inutiles*.

4. *Généralisations : transformateur de rapport $\frac{1}{p}$, transformateur de nombre de phases.* — Modifions l'appareil du paragraphe 2 : dans le palier d (*fig.* 1) tourillonne le pignon 1, commandant, grâce aux pignons 2 et 3, le pignon 4 lié au gyroscope.

φ' et φ'_p étant les vitesses de rotation propre du gyroscope et du pignon 1, on a, par construction, $\varphi' = p.\varphi'_p (p = \text{const.})$.

Un couple $-R_p\varphi'_p$ caractérise le frottement dans le palier d.

Pour $R_1 = s = o$, on a $V = -R_p\varphi'_p = pK$.

Plus généralement, par n_1 phases au primaire et n_2 phases au secondaire, on pourrait avoir *transformateur de nombre de phases*.

5. *Diagramme du cercle.* — Soit (cas du paragraphe 2) un couple primaire sinusoïdal K constant sur l'axe des ψ et $p = 1$: le diagramme mécanique (*fig.* 2) exprime : $\overline{OF'} = R$; $\overline{F'G'} = (A\sin^2\theta_0 + C\cos^2\theta_0)\omega$, correspondant à $L_1\omega$; $\overline{F'K'} = s(A\sin^2\theta_0 + C\cos^2\theta_0)$ correspondant à $\sigma L_1\omega$, $\overline{OL} = H\psi'_{max}\sin\alpha$ ($H = \text{const.}$).

$\overline{OG''}$ donne ψ'_{max}, quand le gyroscope est bloqué dans ses paliers.

6. *Transposition d'un système à intensité constante.* — Transposons, par

exemple, le schéma de la figure 3 [1] : dans l'appareil du paragraphe 2, le cadre BC est rappelé élastiquement par un couple $-\frac{1}{E}\psi$. Le couple K et ω

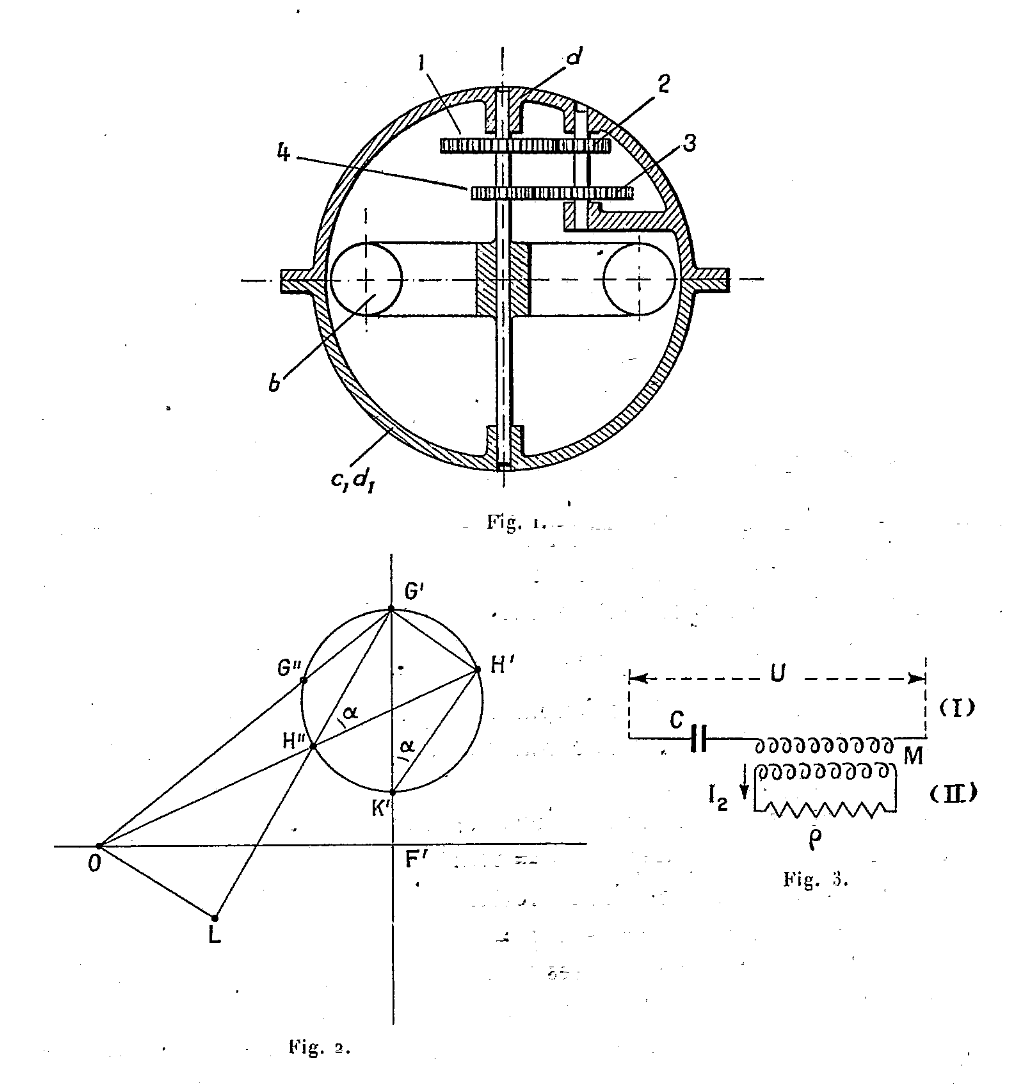


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

sont constants et l'équipage BC mis en résonance. On a

$$K = (C \cos\theta_0)\omega\varphi'_{max} = (C\cos\theta_0)\omega^2\varphi_{max} = \text{const.}$$

Le gyroscope oscille à amplitude constante quand varie R.

---

[1] Système du genre de ceux de M. Boucherot, indiqué par M. Béthenod.

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur les propulseurs à veine limitée et le propulseur, dit parfait, de Froude.* Note [1] de M. **Maurice Roy**, transmise par M. d'Ocagne.

I. On considère un propulseur provoquant, au sein d'un liquide parfait indéfini et en régime permanent, la formation d'une *veine* fluide, de section transversale limitée et dans laquelle la vitesse absolue transversale de rotation n'est pas identiquement nulle. En dehors de cette veine, à surface extérieure de révolution, le mouvement est irrotationnel avec repos absolu et pression uniforme p_0 à l'infini. Dans la veine, *à l'infini en aval du propulseur*, on admet que les lignes de courant s'inscrivent sur des cylindres coaxiaux. La vitesse absolue étant définie, à l'infini aval, par des composantes axiale (v) et périphérique (u), ces deux composantes sont liées par la relation

$$v^2 + 2vV = 2\omega r u - u^2 + 2\int_r^R \frac{u^2(\xi)}{\xi} d\xi \tag{1}$$

[V et ω, vitesses de translation et de rotation du propulseur; R, rayon de la veine à l'infini aval; r ou ξ, distance d'un point à l'axe de la veine].

II. Le propulseur, dit idéal ou parfait, de R.-E. Froude [cf. R.-E. Froude, *The acceleration in front of a propeller* (*Transactions of the Institution of Naval Architects*, London, 1911] dont la constitution n'a pas été précisée par cet auteur, est un propulseur à veine limitée, analogue à ceux du type ci-dessus décrit mais pour lequel, à l'infini aval, on a $u \equiv 0$; $v = \text{const.}$; $p = p_0$. Pour ce propulseur, le rendement η est lié au coefficient de traction $c_t = 2T/\rho S_0 V^2$ [S_0, section de la veine à l'infini amont; T, traction] par la relation classique $\eta = 4/(4 + c_t)$.

Ce propulseur n'est concevable comme propulseur mécanique que si la veine comporte au moins deux tronçons dans lesquels le courant permanent est relatif à des systèmes d'axes non identiques. En particulier, on peut concevoir sa réalisation au moyen de deux propulseurs du type décrit au paragraphe I, coaxiaux, tournant l'un derrière l'autre et en sens contraire, le second redressant à l'infini aval la veine tordue par le premier. La veine comprend alors deux tronçons indéfinis, respectivement à régime permanent par rapport au propulseur correspondant. Ces tronçons se joignent et se

---

(1) Séance du 29 juillet 1929.

raccordent l'un à l'autre dans le sens axial (mêmes dérivées partielles suivant l'axe de la veine de u, v, w et p) sur une section transversale intermédiaire.

III. Pour écarter certaines objections relatives à la possibilité de formation de la surface latérale de la veine, pour les propulseurs visés dans cette Note, il convient d'imaginer que cette surface latérale est, au moins partiellement, matérialisée par une paroi mince, rigide et de révolution, à méridienne de forme convenable, s'étendant suffisamment loin vers l'amont et vers l'aval.

IV. Si l'on se donne, à l'infini aval, la fonction $u(r)$ dans la veine et la contraction de celle-ci, l'équation (1) détermine la fonction $v(r)$ et l'on peut calculer aisément c_t et η.

La loi simple $u = k\omega r$ (k, nombre assez petit) donne une assez bonne image approchée des propriétés des hélices usuelles.

Nous citerons un cas particulier intéressant. On pose $u = 0$ entre $\xi = 0$ et $\xi = \lambda R < R$ (noyau de la veine, sans rotation absolue à l'infini aval) et $u = \frac{A\omega R^2}{\xi}$ entre $\xi = \lambda R$ et $\xi = R$ ($A =$ constante arbitraire). Si l'on choisit $A = 2$ et que l'on fasse tendre λ vers 1 et $\gamma = \frac{V}{\omega R_0}$ vers zéro de manière que $\frac{\gamma}{\sqrt{\lambda - 1}}$ reste fini, la veine annulaire brassée par le propulseur prend une vitesse périphérique infinie (V et R_0 finis par hypothèse, ω infini) et son épaisseur tend vers zéro. A la limite, cette couche fluide infiniment mince, comprise entre deux surfaces de glissement, constitue à l'infini aval une quasi-onde de discontinuité de pression entre le noyau de la veine, qui occupe toute la section de celle-ci, et le fluide extérieur indéfini. Le couple résistant provient alors du mouvement de la veine annulaire infiniment mince tandis que la réaction propulsive ou traction est fournie par l'écoulement de la veine centrale droite. Ce cas-limite, purement théorique et considéré exclusivement à titre d'indication et pour obtenir des formules simples, est remarquable en ce sens que le rendement du propulseur idéal correspondant est égal à $\sqrt{\frac{c_t}{(4 + c_t)}}$ et, par suite, croît avec c_t. Pour $c_t > \sqrt{20} - 2 = 2{,}473$, ce propulseur idéal aurait un rendement supérieur à celui du propulseur de Froude. Cet exemple montre que ce dernier n'est pas, ainsi qu'on le prétend parfois, le propulseur à rendement maximum pour toute valeur de c_t.

V. L'éventualité de la formation de cavitations (cavités à pression nulle) aux grandes vitesses pouvant être invoquée comme objection au fonction-

nement du propulseur théorique et limite ci-dessus envisagé, pour des valeurs assez grandes de c_t, il convient d'observer que, dans le cas de l'air, la compressibilité qu'il faut faire intervenir aux grandes vitesses élimine l'éventualité en question. L'intervention de cette compressibilité est, d'ailleurs, de nature à modifier la loi précitée de variation du rendement η lorsque c_t augmente.

THERMODYNAMIQUE. — *Peut-on démontrer la relation de Maxwell-Clausius sans recourir au principe de Carnot?* Note [1] de M. **Vasilesco Karpen**, présentée par M. Paul Janet.

M. Verschaffelt fait (*Comptes rendus*, 188, p. 1384) à la démonstration que j'ai donnée de la relation de Maxwell-Clausius (*Comptes rendus*, 188, p. 778) des objections qui ne me semblent pas fondées.

Cette démonstration repose sur *l'égalité* du travail des forces moléculaires $\left(\text{à l'exclusion du travail extérieur} \int p\,dv\right)$ pour vaporiser, soit suivant l'isotherme théorique, soit à pression constante; dans les deux cas le travail étant égal à l'augmentation de l'énergie interne du fluide. Selon M. Verschaffelt je ferais là, *implicitement, une hypothèse qui ne se vérifie pas en général.* Or, *l'hypothèse dont il s'agit* — on s'en aperçoit facilement — *n'est autre que le principe de l'équivalence*, que j'invoque d'ailleurs *explicitement* dans ma Note, pour justifier l'égalité en question.

De cette égalité et de la condition d'équilibre : $\int_{v_2}^{v_1} v\,dP = \mathcal{C}$, résulte l'égalité des travaux extérieurs dans les deux façons de vaporiser, soit la relation de Maxwell-Clausius, qui me semble ainsi correctement démontrée, sans recourir au principe de Carnot.

M. Verschaffelt se demande quel peut être le sens de la grandeur k? C'est bien simple. Pour une transformation dv à T constant, la chaleur fournie correspond : *a*) au travail de la pression totale P dv, et *b*) au changement subi par les molécules du fait de la variation de v, $k\,dv$ (énergie intramoléculaire, dissociation, énergie cinétique etc.), au total $(P + k)\,dv$. Ce n'est qu'exceptionnellement que $k = 0$, par exemple dans le cas des molécules formées de sphères indéformables. Les raisonnements où intervient k sont relatifs à des états homogènes, soit vapeur, soit liquide, et je ne comprends pas le sens de l'objection que M. Verschaffelt fait à ce sujet.

---

[1] Séance du 21 août 1929.

Quand au nom de la grandeur $P+k$, la chaleur fournie pendant une transformation dT, dv, étant

$$dQ = c\,dT + (P+k)\,dv.$$

J'ai appelé c chaleur spécifique à volume constant et, par symétrie, j'ai appelé $P+k$ chaleur spécifique à température constante, sans attacher aucune importance à cette terminologie, qui n'a d'ailleurs pas de rapport avec la démonstration en question.

La Note présente, ainsi que celle qui fait l'objet de la critique de M. Verschaffelt, répondent aussi à la Note de cet auteur, parue aux *Comptes rendus*, 188, p. 1037, Note à laquelle je n'ai pas cru devoir répondre en son temps.

ÉLECTRICITÉ. — *Chute de potentiel dans les générateurs électriques.* Note [1] de M. **Edwuardo Mª. Galvez**, présentée par M. J. Perrin.

Dans une Note précédente [2] nous donnons un raisonnement qui nous permet une simple interprétation du mécanisme de la production du courant par un générateur électrique par lequel reste éclairée la signification des constantes caractéristiques des générateurs. Nous arrivons à une expression de laquelle, dans le cas d'avoir atteint le régime permanent, on tire immédiatement la chute de potentiel entre les bornes du générateur. Appelant E la force électromotrice, la chute de potentiel qui se produit quand on ferme le courant par un conducteur de résistance R est donnée par la formule

$$E - V = \frac{\varepsilon\rho Y}{1+\rho Y} - \frac{\varepsilon\rho RY}{\rho RY + \rho + R}.$$

La rapidité avec laquelle le nouveau régime est atteint ne reste pas définie, mais nous pouvons l'obtenir très facilement en appliquant les considérations que nous avons faites, en négligeant la self-induction, et en tenant compte seulement de la capacité C du générateur, puisque l'accroissement de charge dQ à chaque instant est donné par l'expression

$$dQ = Y(\varepsilon - V)\,dt - (I + I_r).dt$$

ou bien

$$C.dV = (Y\varepsilon - YV).dt - \left(\frac{V}{R} + \frac{V}{\rho}\right).dt,$$

d'où

$$dt = \frac{\rho RC}{\varepsilon\rho RY - V(\rho RY + \rho + R)}\,dV$$

---

(1) Séance du 5 août 1929.

(2) *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 329.

et en intégrant

$$t = \frac{\rho RC}{\rho RY + \rho + R} \log \frac{\rho RY - \varepsilon(\rho RY + \rho + R)}{\rho RY - V(\rho RY + \rho + R)},$$

donc, passant des logarithmes aux nombres,

$$e^{t\frac{\rho RY + \rho + R}{\rho RC}} = \frac{\rho RY - \varepsilon(\rho RY + \rho + R)}{\rho RY - V(\rho RY + \rho + R)},$$

d'où

$$V = \frac{\varepsilon \rho RY}{\rho RY + \rho + R} - \frac{\varepsilon \rho RY}{\rho RY + \rho + R} \cdot e^{-t\frac{\rho RY + \rho + R}{\rho RC}} + \varepsilon e^{-t\frac{\rho RY + \rho + R}{\rho RY}};$$

la chute de potentiel est donc

$$E - V = \frac{\varepsilon \rho Y}{1 + \rho Y} - \frac{\varepsilon \rho RY}{\rho RY + \rho + R} + \frac{\varepsilon \rho RY}{\rho RY + \rho + R} \cdot e^{-t\frac{\rho RY + \rho + R}{\rho RC}} - \varepsilon e^{-t\frac{\rho RY + \rho + R}{\rho RC}},$$

laquelle, pour $t \to \infty$, tend vers

$$E - V = \frac{\varepsilon \rho Y}{1 + \rho R} - \frac{\varepsilon \rho RY}{\rho RY + \rho + R},$$

qui est la valeur que nous avons donnée dans le cas du régime permanent.

PHOTOMÉTRIE. — *Procédé de calcul des éclairements produits par des sources non ponctuelles rayonnant suivant la loi de Lambert et de brillance constante.* Note [1] de MM. **J. Dourgnon** et **P. Waguet**, présentée par M. Paul Janet.

D'une façon générale on ne peut introduire la notion d'intensité lumineuse d'une source non ponctuelle quand on considère cette source uniquement à distance finie, mais on peut évidemment fort bien parler d'éclairement produit par une source non ponctuelle en un point donné d'une surface quelconque.

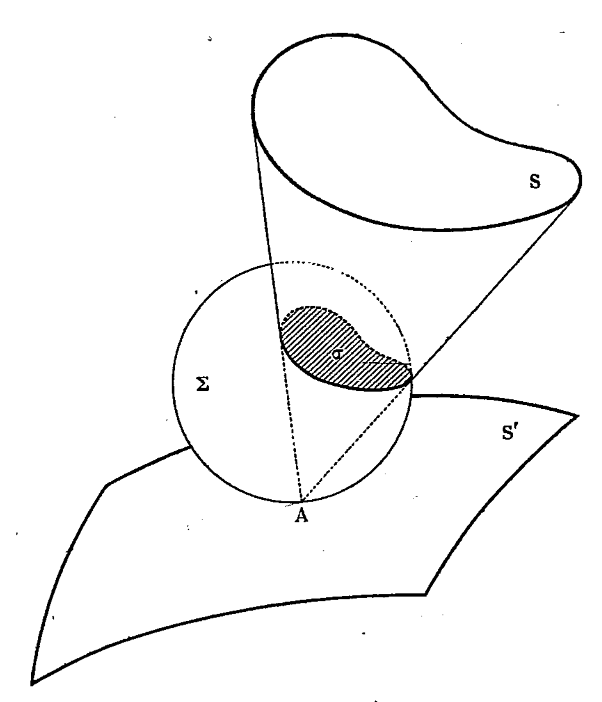
La méthode que nous allons exposer permet de calculer rapidement cet éclairement dans le cas de sources (primaires ou secondaires) rayonnant suivant la loi de Lambert et de brillance constante. La forme, le nombre et la disposition des sources peuvent d'ailleurs être absolument quelconques.

Traitons le cas d'une source unique, il sera possible ensuite de généraliser.

Soient S une source de brillance constante B et S′ la surface sur laquelle

(1) Séance du 21 août 1929.

on désire déterminer l'éclairement au point A. Traçons une sphère tangente en A à la surface S' et appelons Σ l'aire de cette sphère. Le cône de sommet A s'appuyant sur le contour apparent de la source S délimite sur la



sphère une surface d'aire σ hachurée sur la figure. Cette surface σ, supposée de brillance B, produit au point A le même éclairement que la source S.

Or, d'après la théorie de Sumpner-Ulbricht, nous savons que dans une sphère creuse une portion délimitée de la paroi, d'aire σ et de brillance uniforme B, produit, en tous points de la surface Σ de la dite paroi, un éclairement constant

$$E = \pi B \frac{\sigma}{\Sigma},$$

qui est justement l'éclairement que nous cherchons.

On choisit, dans chaque cas particulier, le rayon de la sphère de façon que les calculs soient le plus simple possible. Par exemple, on peut prendre le rayon égal à la moitié de l'unité de longueur choisie, si l'on appelle σ_0 l'aire découpée, la formule devient

$$E = B\sigma_0.$$

La solution du problème qui relève ordinairement du calcul intégral est

ramenée par cet artifice à la détermination plus simple de l'aire d'une surface sphérique dont on détermine le contour par la géométrie descriptive.

On peut facilement généraliser au cas de plusieurs sources, mais il convient, dans tous les cas, de considérer exclusivement l'intersection avec la sphère des demi-droites génératrices des cônes s'appuyant sur le contour apparent des sources, c'est-à-dire de ne pas tenir compte du prolongement de ces demi-droites au delà du sommet.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *La genèse des orages de chaleur et leur prévision à l'aide des atmosphériques.* Note de M. **Jean Lugeon**, présentée par M. G. Ferrié.

On appelle généralement orages de chaleur ou de convection ceux qui ont pour origine une instabilité de l'air, due à un excès d'humidité et de température dans les couches inférieures de l'atmosphère. Ces orages de dimensions restreintes, formés souvent d'un seul cumulo-nimbus, sont fréquents en Suisse pendant la saison estivale et éclatent l'après-midi. Leur processus de condensation et les courbes d'enregistrement de leurs atmosphériques sont remarquablement semblables, au moins dans un rayon de 180^{km} autour de Zurich.

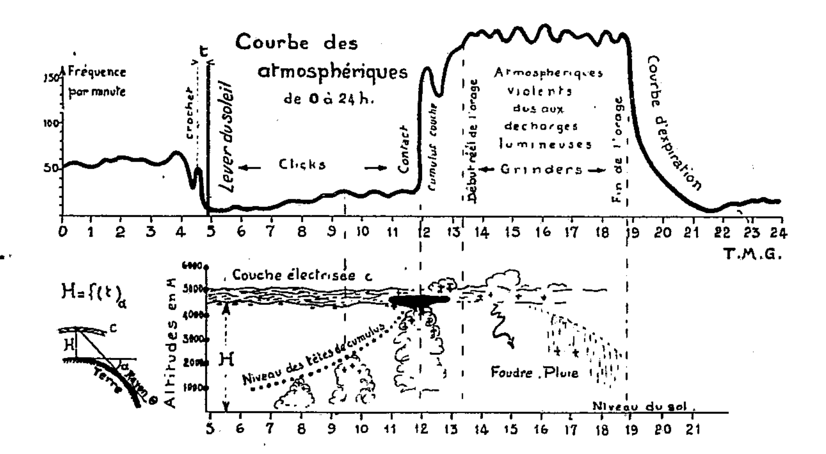
Dans les nombreuses théories proposées pour en expliquer le mécanisme, on a omis, sauf erreur, le rôle électrique des couches stratifiées supérieures de la troposphère.

J'ai constaté au cours d'une trentaine de journées d'été, calmes de vent jusqu'à l'altitude de 8000^{m} le matin, un crochet très net sur la courbe d'abaissement habituelle des atmosphériques, avant le lever du soleil. Ce crochet ne se produit pas lorsque la journée reste sans orages, malgré la présence de cumulus et d'une forte convection. En lui appliquant la méthode de sondage électromagnétique à l'aide des propriétés photoélectriques des rayons rasants du soleil, proposée dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, 188, p. 1114), on calcule qu'il correspond à une épaisse couche d'air stratifiée et électrisée, planant entre les altitudes de 4500 et 6000^{m}. C'est probablement une inversion de température, d'ailleurs invisible, parce que ne contenant pas de vapeur condensée.

Pendant le développement et l'ascension des cumulus, entre 8^{h} et 11 à 14^{h}, les parasites sont essentiellement brefs et nets (clicks), rares et peu intenses.

Puis subitement, entre 11 et 14ʰ, leur courbe décrit un coude très brusque et la fréquence par minute passe de 10 à 100 décharges, en quelques minutes. Au même moment la tête des cumulus s'encapuchonne d'un voile laiteux (faux cirrus) qui gagne de proche en proche tout le ciel. Les parasites changent alors de structure et de longueur d'onde et deviennent oscillants et très intenses (grinders). La foudre et la pluie suivent une ou deux heures plus tard.

Le voile se développe précisément aux altitudes de 4500 à 6000^{m}, ainsi que le révèlent des sondages par ballonnets ou par avions. Ce phénomène



coïncide donc avec l'instant où les vapeurs condensées, élevées par la convection en gagnant de l'électricité positive, selon la théorie de Simpson, entreraient en contact avec la susdite couche de polarité initialement contraire. Au fur et à mesure de leur arrivée à ce niveau, les gouttelettes seraient dispersées, pour une part neutralisées, à l'image d'une cascade qui rejaillit horizontalement sur un seuil. La couche s'opposerait comme un barrage électrique au mouvement ascendant et ne lui céderait qu'un instant, après s'être délivrée de toute sa charge initiale, à quoi correspond d'ailleurs une inflexion de la courbe des parasites, quelque dix minutes après la brusque montée. Puis le nuage stratifié se mettrait rapidement au potentiel de la tête des cumulus qu'il recouvre. Par l'effet Brillouin il se chargerait davantage encore, devenant ainsi l'armature d'un gigantesque condensateur avec la surface négative de la Terre. Les charges positives emportées par la pluie, traversant le diélectrique de quelques centaines ou milliers de mètres d'épaisseur, ne suffiraient pas pour décharger ce condensateur, au moins pendant la durée de son alimentation électrique par les

courants de convection. Mais dès que ceux-ci cessent, soit pour une raison adiabatique ou par l'affaiblissement du rayonnement solaire, quelques coups de foudre neutraliseront toute la masse condensée et l'orage prendra fin en quelques minutes, ce que traduisent fidèlement les parasites, par une *courbe d'expiration* très accentuée.

Cette Note a pour but de montrer qu'il n'est guère possible de prévoir les orages de chaleur plus d'une heure ou deux à l'avance, du moins la foudre et les précipitations, à l'aide d'avertisseurs basés sur les ondes hertziennes. Par contre on peut les prévoir à l'aurore, déjà, à l'aide du procédé de sondage préconisé, en comptant sur la persistance de la haute couche électrisée pendant la journée, ce qui est le cas lorsque le temps est prédisposé aux orages locaux, par gradient barométrique faible.

PHYSIQUE COSMIQUE. — *Sur les échos retardés.*
Note (¹) de M. **Carl Störmer**, présentée par M. Deslandres.

Dans une Note présentée le 5 novembre dernier, j'ai résumé les observations faites le 11 octobre 1928 par M. Hals et moi et vérifiées ensuite par M. van der Pol, relatives aux échos d'ondes électromagnétiques courtes arrivant plusieurs secondes après le signal émis. Dans la même Note j'ai donné une explication de ce phénomène curieux. J'ai attribué l'écho aux courants et aux surfaces de corpuscules électrisés dans l'espace cosmique en dehors de l'orbite de la Lune et dont j'ai étudié les configurations dans plusieurs Mémoires sur l'aurore boréale à partir de 1904.

Depuis le 11 octobre 1928 les observations ont été continuées, la station PCJ en Hollande ayant émis des signaux aussi souvent que possible. Le 24 octobre, de nouveaux échos furent observés simultanément par M. Hals et par deux observateurs à Eindhoven. Après cette date plusieurs mois s'écoulèrent avant que de nouveaux échos fussent observés. Dans une lettre à la revue anglaise *Nature*, publiée en janvier, j'ai essayé d'expliquer cette absence d'échos; comme cause principale j'ai admis une situation défavorable de la direction Terre-Soleil par rapport au plan magnétique équatorial de la Terre, défini comme le plan passant par son centre et normal à l'axe magnétique, dont le pôle a les coordonnées 78°,6 nord et 68°,6 à l'ouest de Greenwich. En effet, d'après la théorie, cette direction Terre-Soleil ne doit pas former un angle trop grand avec ce plan, la posi-

(¹) Séance du 12 août 1929.

tion la plus favorable étant celle où la direction est à peu près normale à l'axe magnétique de la Terre.

Comme ces cas favorables disparurent vers la fin d'octobre pour ne revenir qu'au milieu de février, j'ai prédit le retour des échos vers ce temps-là.

Aussi, les 14 et 15 février, des échos furent de nouveau observés en Norvège par M. Hals, le 18 février par M. Kleve à Bodoc près du cercle polaire, le 19 par M. Hals et par Appleton et Borrow à Londres, le 20 par M. Hals et par des observateurs à Eindhoven et encore le 28 février par M. Hals.

Enfin d'après une lettre de M. van der Pol, M. Hals a rapporté des échos aussi les 4, 9, 11 et 23 avril.

Voici une liste des valeurs de l'angle ψ entre la direction Terre-Soleil et le plan magnétique équatorial, ψ étant compté positif ou négatif selon que le Soleil se trouve du même côté que le pôle nord de la Terre ou du côté opposé.

Date.	Heures d'émission G. M. T.		Valeurs de ψ.	
11 octobre 1928	15h30m à	16h00m	4°,1 à	4°,3
11 » »	22.00	23.00	−6,0	−9,0
24 » »	16.00	17.00	−0,4	−0,5
14 février 1929	15.00	15.30	−2,8	−2,2
15 » »	15.00	16.00	−2,4	−1,4
18 » »	15.30	16.00	−0,8	−0,4
19 » »	15.30	16.30	−0,4	0,2
20 » »	15.30	16.30	−0,1	0,6
28 » »	15.30	16.00	2,9	3,3
4 avril 1929	8.45	9.15	1,6	2,9
9 » »	7.45	8.15	−0,4	0,7
11 » »	7.30	8.00	−0,2	0,9
23 » »	16.00	16.30	23,9	24,0

Donc, à l'exception des échos du 23 avril, les autres furent entendus quand l'angle ψ était petit. Quant aux 64 autres émissions, qui n'ont pas eu d'échos, les valeurs de l'angle ψ variaient entre — 31° et 33°.

Je dois à M. le général Ferrié la communication intéressante qu'une multitude d'échos, atteignant souvent 15 et 30 secondes, furent observés en Indo-Chine par la mission française avant, pendant et après l'éclipse du Soleil le 9 mai dernier. Ces derniers échos étaient souvent très intenses et parfois doubles.

En calculant l'angle ψ, on trouve qu'il avait au commencement de la

totalité, à 4^h30^m G. M. T. la valeur de $5°,7$, et à la fin, à 7^h50^m, la valeur de $9°,6$.

Dans ma Note du 5 novembre 1928, j'ai surtout appelé l'attention sur la surface intérieure d'un certain espace toroïde qui serait la surface réfléchissante des échos.

Cependant, il y a beaucoup d'autres possibilités de surfaces réfléchissantes en dehors de celle-ci; en particulier l'anneau corpusculaire en dehors de l'orbite de la Lune dont j'ai admis l'existence pour expliquer la zone des aurores boréales (voir ma Note du 24 octobre 1910), peut bien jouer le rôle de surface réfléchissante. En effet, la théorie fait voir qu'il peut se former, à l'endroit de l'anneau, une surface ayant approximativement la forme d'une zone sphérique ayant le même centre que la Terre et formée des trajectoires asymptotiques à des trajectoires périodiques situées sur cette même surface.

Comme on a dans ces phénomènes d'échos retardés une nouvelle méthode pour étudier les courants corpusculaires dans l'espace cosmique, il sera surtout important maintenant d'assembler autant d'observations que possible à l'aide d'une coopération internationale.

En effet seule une étude systématique et complète du phénomène peut décider si la théorie des courants corpusculaires dans sa forme habituelle suffit pour expliquer les phénomènes et quelles modifications il faut lui faire dans le cas contraire; si par exemple il faut tenir compte dans les calculs des actions électromagnétiques mutuelles des corpuscules en mouvement.

Dans un Mémoire récemment paru (*Wireless echoes of long delay*) dans les Communications de l'Académie des Sciences de Danemark, M. le professeur P. O. Federsen a étudié d'une manière approfondie les diverses explications des échos retardés; il est conduit à écarter l'explication des échos par un phénomène terrestre et finit par admettre mon hypothèse. Il indique aussi comme possibles des échos des courants corpusculaires très éloignés et certaines observations de M. Hals, citées dans son Mémoire, semblent avoir vérifié ses prédictions; en effet ces échos sont arrivés jusqu'à 3 ou 4 minutes après le signal.

Parmi les expériences extrêmement intéressantes à faire on peut recommander : Essayer, par des observations continues pendant plusieurs jours convenables, de découvrir par des échos ces grands faisceaux corpusculaires qui doivent émaner du Soleil et, par le mouvement de celui-ci et de la Terre, peuvent s'approcher peu à peu de la Terre et y causer finalement des

perturbations magnétiques et des aurores polaires. L'étude de l'approche de ces courants et de leurs déformations par le magnétisme terrestre serait du plus haut intérêt scientifique.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'ontogénie de la feuille végétative du* Carex glauca *L.* Note (¹) de M. A. **Guichard**, transmise par M. L. Mangin.

Les recherches que j'ai entreprises sur l'ontogénie morphologique et anatomique de la feuille des Cypéracées m'ont déjà permis d'attirer l'attention sur un caractère intéressant de la structure des feuilles végétatives du *Cladium Mariscus* R. Br. (²).

J'ai envisagé, dans une étude détaillée, les principaux points relatifs à l'ontogénie de la feuille végétative du *Carex glauca* L. : formation et développement de l'ébauche foliaire et de la ligule, croissance de la feuille, différenciation des tissus (système libéroligneux, appareil de soutien, appareil sécréteur, mésophylle et épiderme), existence d'une dyssymétrie foliaire, homologies de la feuille des Cypéracées avec celle des Graminées et celle des Dicotylédones.

Parmi les résultats obtenus, je ne retiendrai ici que ceux relatifs à l'origine et au développement de l'ébauche foliaire et de la ligule, résultats qui me paraissent avoir le plus de portée eu égard aux discussions et aux interprétations contradictoires que les faits ont provoqué et provoquent encore.

La première ébauche de la feuille se montre comme un bourrelet de tissu méristématique sur le flanc du cône végétatif, en une région correspondant à l'un des trois angles de la tige. Ce bourrelet résulte, au moins au début, de recloisonnements tangentiels de l'épiderme de l'axe.

Il prend bientôt la forme d'une languette à section triangulaire constituant l'ébauche de la région terminale du limbe. La base de cette languette présente une insertion en forme de croissant, d'abord étroitement limitée; cette insertion s'étend ensuite progressivement sur les flancs du cône végétatif qu'elle finit par entourer d'un anneau fermé, donnant ainsi naissance aux différentes régions du limbe, puis, assez tardivement, à la gaine qui, de toutes les régions de la feuille, est la dernière ébauchée.

(¹) Séance du 21 août 1929.

(²) A. Guichard, *Sur l'existence de faisceaux libéroligneux à orientation inverse dans la feuille végétative de* Cladium Mariscus *R. Br.* (*Comptes rendus*, 187, 1928, p. 509). *Origine, parcours et torsion des faisceaux libéroligneux inverses du* Cladium Mariscus *R. Br.* (*Comptes rendus*, 187, 1928, p. 567).

L'extension de l'insertion de l'ébauche autour de l'axe résulte du même processus de recloisonnements épidermiques qui a donné naissance à la première ébauche.

La première ébauche de la feuille n'est donc pas d'emblée circulaire et n'entoure pas, dès l'abord, le point végétatif d'un anneau continu, contrairement aux descriptions de Trécul (1). Cette ébauche n'est pas l'ébauche de la gaine. En effet, la feuille du *Carex glauca* possédant une gaine close sur toute sa hauteur, on ne peut légitimement parler de gaine qu'après que l'insertion de l'ébauche forme un anneau complet autour de l'axe, disposition qui, nous venons de le voir, n'est pas primitive.

D'autre part, la gaine n'est contenue ni explicitement ni implicitement dans la première ébauche, contrairement à ce que pense Vuillemin (2). Elle ne résulte pas d'une différenciation ultérieure de cette ébauche; elle est une nouvelle formation provenant des tissus de l'axe, ce qui conduit à conclure que la première ébauche est ici l'ébauche du limbe et qu'en définitive, la formation du limbe précède celle de la gaine.

L'allongement de la feuille est d'abord dû principalement à la croissance de sa partie terminale, mais cette croissance terminale cesse de bonne heure. Elle est remplacée par un accroissement intercalaire basal auquel est due la plus grande partie de la feuille adulte.

L'étude de l'ontogénie anatomique m'a montré que la différenciation de l'ensemble des tissus apparaît d'abord dans la partie terminale du limbe, puis s'étend progressivement vers la base de la feuille, base qui conserve longtemps des caractères méristématiques en relation avec la croissance dont elle est le siège.

La feuille du *Carex glauca* est donc une feuille basiplaste : ses différentes régions se forment en allant du sommet à la base; elles s'accroissent et se différencient anatomiquement dans l'ordre de leur formation.

La ligule se montre tardivement, longtemps après la formation de la gaine, alors que le développement de la feuille est déjà très avancé. Lorsqu'elle apparaît, la feuille possède déjà ses principaux traits morphologiques et structuraux, et la formation de la ligule n'entraîne aucune modification sensible, ni dans la morphologie, ni dans la structure foliaires.

L'origine de la ligule est nettement distincte de celle de la gaine. La ligule résulte de recloisonnements tangentiels de l'épiderme ventral de la feuille. Ces recloisonnements se montrent d'abord en deux régions distinctes situées vis-à-vis du milieu des deux ailes du limbe. La ligule est donc, à l'origine, une formation double. Plus tard, les deux zones de recloisonnements se rejoignent et la ligule acquiert son unité. D'abord complètement indépendante du côté membraneux de la gaine, la formation ligulaire se met ensuite en continuité avec le bord libre de ce dernier.

Pour ces raisons, il m'est impossible de regarder la ligule comme la partie supé-

---

(1) A. Trecul, *Mémoire sur la formation des feuilles* (*Ann. Sc. nat.*, 3e série, *Bot.*, 20, 1853, p. 243, 244 et 285, fig. 131 et 132).

(2) P. Vuillemin, *Les anomalies végétales. Leur cause biologique*. Paris 1926. p. 237, 238.

rieure libre d'une formation stipulaire, concrescente sur le reste de son étendue avec un pétiole ou avec une gaine, selon les conceptions de Durieu de Maisonneuve (¹) et de Glück (²), conceptions que je suis amené à rejeter comme contraires aux faits ontogéniques.

Je ne puis admettre non plus l'interprétation de Domin (³) et voir dans la ligule un prolongement de la partie supérieure de la gaine. Je suis ainsi conduit à regarder la gaine comme une formation unique, ainsi que le prouve, du reste, sa propre ontogénie, et à considérer la ligule du *Carex glauca* comme une formation surajoutée, une néoformation d'origine épidermique.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence des vagues de froid sur la respiration des végétaux.* Note (⁴) de M. **A. Hée**, présentée par M. M. Molliard.

Les résultats expérimentaux de Palladine — auxquels on a opposé ceux de Blanc — portent à admettre que les températures subies antérieurement par les végétaux influent sur leur intensité respiratoire, le séjour à une température préalable, basse ou élevée, provoquant un accroissement de la valeur des échanges gazeux.

En ce qui concerne, chez les plantes prises dans la nature, l'effet des écarts importants de température sur leur respiration, on ne possède que très peu d'observations. Récemment, Plantefol, étudiant les échanges gazeux de l'*Hypnum triquetrum*, a noté après séjour sous la neige une diminution sensible de l'intensité respiratoire; il a constaté aussi qu'une période chaude et sèche provoquait un abaissement de l'activité physiologique de cette mousse.

Il y a quelques années, j'avais remarqué qu'après les vagues de froid, même peu importantes, les feuilles de *Prunus Laurocerasus* et de *Hedera Helix* présentaient dans leurs échanges gazeux des valeurs nettement différentes de celles qu'elles avaient montré antérieurement aux périodes de gelées, et qu'en outre, pour une même espèce, l'effet produit par l'abaisse-

---

(¹) Durieu de Maisonneuve, *Étude taxonomique de la ligule dans le genre* Carex. (*Bull. Soc. bot. France*, 6, 1859, p. 621-636).

(²) H. Gluck, *Blatt und Blütenmorphologische Studien*. Iena, 1919, p. 245, 246.

(³) K. Domin, *Morphologische und phylogenetische Studien über die Stipularbildungen* (*Ann. Jard. Bot. Buitenzorg*, 2ᵉ série, 24, ix, 1911, p. 213-216).

(⁴) Séance du 17 juillet 1929.

ment antérieur de la température sur les feuilles jeunes n'était pas le même que celui ressenti par des organes foliaires ayant atteint leur complet développement. Une période légèrement froide s'était montrée sans effet sur la respiration des feuilles jeunes, alors qu'avec des feuilles âgées il y avait une augmentation notable de l'émission du gaz carbonique consécutive au même abaissement de la température.

Afin de me rendre compte de l'importance et de la durée de ce phénomène, j'ai noté, au cours de plusieurs mois, les variations d'intensité respiratoire qu'ont présentées, après des périodes froides, des limbes de feuilles de Lierre, les unes très jeunes, les autres adultes. Les mesures de respiration ont été faites à l'obscurité, avec des échantillons sensiblement de même poids et de même surface, prélevés au début de l'après-midi sur les mêmes plantes. Les récoltes ne comprenaient que des feuilles parfaitement saines, sans traces d'altération dues au froid. Les limbes n'étaient mis en expérience qu'en période de dégel et, afin d'assurer l'équilibre thermique entre les organes utilisés et l'atmosphère du laboratoire, après un séjour suffisant à 20°, température à laquelle toutes les mesures ont été faites.

Les données météorologiques et les résultats expérimentaux succinctement exposés, sont consignés dans les tableaux ci-dessous où l'intensité respiratoire est exprimée en milligrammes de CO^2 dégagé par gr/sec de substance et par heure :

a. — Limbes de feuilles âgées.

Date de la récolte.	Intensité respiratoire.
14 octobre 1927	0,557
14 » 1927	0,559
Du 11 au 18 novembre, période froide avec minimum compris entre 0° et — 2°,4.	
20 novembre 1927	0,742
2 décembre 1927	0,703
Période très froide du 11 au 22 décembre avec minimum de — 13°,5 le 17. Dégel le 22.	
23 décembre 1927	1,411
24 » 1927	1,139
27 » 1927	1,022
Nouvelle période froide à partir du 28 décembre avec — 5°,2 le 3 janvier. Dégel le 4 janvier.	

Date de la récolte.	Intensité respiratoire.
5 janvier 1928	1,113
Les 5 et 6 janvier la température minima reste au voisinage de 0° (— 0°,2).	
9 janvier 1928	1,144
16 » 1928	0,914
Légère reprise du froid à partir du 18 janvier. Minimum de — 2°,0 le 22 janvier.	
28 janvier 1928	0,927

b. — Limbes de feuilles très jeunes.

19 octobre 1927	2,542
Abaissement de la température :	
19 novembre 1927	1,460
2 décembre 1927	1,527
Période de grands froids :	
23 décembre 1927	2,078
27 décembre 1927	2,002
Nouvelle vague de froid :	
5 janvier 1928	1,893
Légères gelées :	
16 janvier 1928	1,290

De l'étude de ces données, il ressort les constatations suivantes :

1° Pour les feuilles âgées, toute période froide est suivie, après le dégel, d'une augmentation sensible de l'intensité respiratoire, augmentation d'autant plus forte que le froid a été plus vif.

2° Sur les feuilles jeunes, une chute légère de la température au-dessous de 0° provoque une diminution de la valeur de la respiration. L'excitation dans l'émission du gaz carbonique ne se fait sentir qu'après de très fortes gelées et est toujours moins importante que chez les feuilles âgées.

3° Les modifications de l'intensité respiratoire causées par les périodes froides, sont temporaires, la respiration tend à redevenir normale lorsque la température se maintient au-dessus de 0°.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L'évolution de l'azote au cours de la germination.* Note (¹) de M. R. Bonnet, présentée par M. Molliard.

Le problème de l'évolution de l'azote au cours des processus de germination des graines a fait, depuis longtemps, l'objet de multiples recherches tendant à montrer que la transformation des corps azotés dans la germination des végétaux supérieurs ne se fait pas autrement que la résorption des albumines par les bactéries et les champignons ou que la digestion des mêmes substances par les organismes animaux (²).

La difficulté d'un tel problème est double : elle réside d'une part, dans le fait que lors de la germination d'une graine, on se trouve en face de la résultante de deux processus — dégradation des réserves azotées et élaboration des nouvelles substances constitutives de la plantule — et d'autre part, dans la présence à l'intérieur du végétal qui ne les rejette pas, de corps correspondant aux produits d'excrétion de la cellule animale.

Toutes les recherches antérieures ont été effectuées au moyen de méthodes non précises et critiquables et de ce fait, les valeurs trouvées pour certains corps azotés, tels l'ammoniaque, l'urée, l'asparagine, ne concordent pas d'une expérience à l'autre.

Devant l'incertitude des résultats acquis, nous avons, chez des graines riches en protides, essayé de doser toutes les formes de N susceptibles de se trouver tant dans la graine au repos que dans les cotylédons restants, la plantule et le liquide de culture après germination.

Notre étude a porté sur *Lupinus luteus* et *Ervum lens*, développés à l'obscurité et sur eau distillée à une température de 20°C.

Nos cultures ont duré 15 jours et à ce moment les plantules atteignent 20-25^{cm} dans le cas du lupin, 12-15^{cm} dans le cas de la lentille.

La totalité de nos résultats sera donnée dans un prochain Mémoire; nous nous contenterons de donner ici les chiffres relatifs à une expérience pour chaque graine. Toutes nos valeurs sont rapportées à 100^{g} de N mis en germination.

(¹) Séance du 17 juillet 1929.

(²) La bibliographie complète de la question sera donnée dans un prochain Mémoire.

Différentes formes d'azote.	Lupin. Graines avant germination.	Coty-lédons restants.	Plantules.	Liquide de culture.	Lentille. Graines avant germination.	Coty-lédons restants.	Plantules.	Liquide de culture.
N total	100,00	53,091	46,432	0,193	100,00	37,010	62,180	0,730
N albuminoïde	86,60	32,895	25,538	–	84,00	20,418	39,813	–
N non albuminoïde	13,40	20,196	20,894	0,193	16,00	16,592	22,367	0,730
N des peptones	0,414	2,777	1,273	–	1,490	2,321	1,357	–
N ammoniacal	0,0	0,363	1,0	–	0,0	0,374	0,096	–
N amidé	1,556	4,298	5,838	0,023	1,695	2,688	4,205	0,274
N de l'urée	0,047	0,122	0,080	0,012	0,040	0,149	0,086	–
N de l'allantoïne	0,0	0,0	0,0	–	0,0	0,0	0,0	–
N de l'acide allantoïque	0,619	0,414	0,810	–	0,337	0,337	0,827	–
N nitrique	3,928	3,191	0,768	0,044	5,245	3,662	1,526	0,221
N aminé	5,613	8,197	9,817	0,110	7,053	6,953	13,990	0,202
N alcaloïdique	1,120	0,736	1,011	–	–	–	–	–

Nos résultats nous amènent à formuler les conclusions suivantes :

1° Avant germination, quelle que soit la graine étudiée, la plus grande partie de l'azote se trouve à l'état de N protidique (85 pour 100 de N total). Le reste est représenté par N aminé, N amidé, N nitrique, N de l'acide allantoïque, N de l'urée. On n'y rencontre pas d'ammoniaque. La germination est précédée par une protéolyse intense;

2° Quand la plantule a atteint un certain développement, des protides s'y sont formés aux dépens de N aminé; NH^3 augmente d'autant plus que les graines sont moins riches en glucides. NH^3, contrairement à ce qui se passe dans le règne animal, apparaît donc ici au cours du métabolisme intermédiaire des protides;

3° L'asparagine résulte de la succession de deux processus : dégradation des protides d'une part (libération de NH^3) et synthèse d'autre part, au cours de laquelle NH^3 se fixe sur des chaînes ternaires (glucides ou chaînes provenant d'une désamination). Cette constatation apporte un nouvel appui à la théorie de Prianischnikow;

4° Il y a similitude entre la formation de l'asparagine dans le règne végétal et celle de l'urée dans le règne animal, mais le végétal peut utiliser l'asparagine qui renferme une chaîne combustible;

5° Les substances de déchet chez le végétal sont : l'urée, l'acide allan-

toïque et les alcaloïdes qui augmentent au fur et à mesure du développement;

6° L'azote nitrique ne joue aucun rôle, au cours de la germination, dans l'évolution de l'azote.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur les transformations et plus spécialement sur la saponification des réserves grasses dans les graines au cours de la germination.* Note [1] de M. **J. Lemarchands**, présentée par M. A. Desgrez.

L'étude des transformations des matières grasses dans les graines oléagineuses, au cours de la germination, a été envisagée sous deux aspects : 1° saponification des réserves grasses; 2° évolution des produits formés. La saponification se produit sous l'influence d'une substance lipolytique agissant en milieu acide [Pelouze [2], Green [3], Siegmund, Connstein, Hoyer et Wartenberg [4], Nicloux [5]]. La séparation de la substance saponifiante n'a pas été réalisée complètement, mais Nicloux a montré son existence dans le cytoplasme du ricin. L'acidité nécessaire a été attribuée aux acides gras (Müntz), au gaz carbonique (Nicloux), à différents acides organiques (lactique, acides aminés etc.). L'étude des transformations des acides gras produits a été à peine abordée; Ivanow, Miller ont essayé de déceler quelques termes de la chaîne conduisant des réserves grasses aux composés hydrocarbonisés.

J'ai étudié la saponification dans la graine germée de Soleil en cherchant à établir d'abord la composition minérale du milieu et son influence sur la saponification. L'analyse des cendres, l'étude d'extraits aqueux de la graine germée ou non (détermination du pH 4,6 pour les graines germées), l'analyse histochimique m'ont donné les résultats suivants : K, 0,0078; P, 0,0078; Mg, 0,0031; Ca, 0,0020; Al, 0,00066; Fe, 0,00006; Si, 0,0003; S, 0,0001; Mg, Cl, Zn à l'état de traces. La graine non germée constitue un milieu neutre où les sels minéraux sont rares. La graine germée

---

(1) Séance du 21 août 1929.

(2) Pelouze, *Comptes rendus*, 11, 1855, p. 605.

(3) Green, *Proc. of the R. Soc. of London*, 48, 1890, p. 370-392.

(4) Connstein, Hoyer, Wartenberg, *Ber. d. Deutsch. chem. Gesells.*, 35, 1902, p. 3988.

(5) Nicloux, *Thèse*, Paris, 1906.

constitue un milieu acide où les sels minéraux sont abondants : phosphates acides essentiellement, puis, en très faible quantité : acide phosphorique libre, sulfates, chlorures. Les phosphates acides proviennent de l'hydrolyse de composés organiques phosphorés renfermant le radical PO^4K^2, hydrolyse commencée dès le début de la germination. Ainsi l'acidité des graines germées n'est pas seulement le fait des acides gras libérés ou du gaz carbonique produit par la graine, mais aussi des phosphates acides libérés.

L'action des phosphates acides sur la saponification des réserves grasses de la graine de Soleil (huile de Soleil) a été étudiée en utilisant : 1° des solutions de phosphates dont les concentrations soient de l'ordre de grandeur de celles observées dans la graine germée [$(PO^4)^2MgH^4$, 15g par litre; PO^4KH^2, 15g par litre; $(PO^4)^2CaH^4$, 7g par litre; PO^4H^3, 0g,56 par litre]; 2° l'agent lipolytique représenté par le cytoplasme de la graine, préparé par broyage. Les expériences (1) ont donné les résultats suivants : 1° le cytoplasme de la graine de Soleil obtenu par broyage n'a pas de pouvoir lipolytique (graine germée ou non); 2° la saponification effectuée en présence du cytoplasme actif de la graine de ricin et des solutions phosphatées se fait rapidement. Après 3 heures d'action à 19°, les proportions d'huile saponifiée sont 66,2 pour 100; 64,66 pour 100; 49,92 pour 100; 15,80 pour 100 avec $(PO^4)^2MgH^4$, $(PO^4)^2CaH^4$, PO^4KH^2, PO^4H^3. Les phosphates acides de magnésium et de calcium sont les plus actifs, l'acide phosphorique l'est beaucoup moins.

L'étude des émulsions réalisées par le cytoplasme du ricin montre qu'en milieu acide, ce cytoplasme jouit à un très haut degré du pouvoir émulsionnant; il ne l'a pas en milieu neutre; le cytoplasme de la graine de Soleil broyée ne possède pas cette propriété. Il y a donc production rapide d'une émulsion fine, stable en milieu acide.

J'ai, de plus, étudié les variations du poids moléculaire moyen M des acides gras au cours de la germination. Ivanow (2) avait noté, au cours de la germination du lin, un abaissement notable de la valeur de l'indice d'iode correspondant à l'apparition d'acides saturés, alors que les acides non saturés représentent la majeure partie des acides des glycérides de la graine non germée (86 pour 100 dans la graine de Soleil). Miller (3), dans la germi-

(1) Données des expériences : huile de Soleil 20g; graines broyées 2g ou cytoplasme 0g,2; solution phosphatée 8^{cm^3}.

(2) Ivanow, *Beit. Bot. Centralblatt*, 23, 1912, p. 159.

(3) Miller, *Ann. of Bot.*, 24, 1912, p. 693.

nation du Soleil, a observé un accroissement de l'indice de saponification qui décelerait un abaissement de M moyen des acides gras primitifs, par suite, une dégradation de leur molécule. Mon étude de M a été faite par la méthode tonométrique, en utilisant l'appareil de Menzies et l'éther comme liquide tonométrique. M des acides gras reste sensiblement constant et égal à celui des acides gras des glycérides de la graine non germée (292), pendant une assez longue période de la germination; il se relève progressivement et sensiblement dans les derniers stades du phénomène (353). La teneur en acides gras libres, faible au début (1,55 pour 100), acquiert assez rapidement une valeur notable (8 à 10 pour 100), conserve cette valeur assez longtemps, se relève rapidement à la fin de la germination ([1]).

Ces deux catégories de résultats permettent de conclure que : 1° la première transformation des réserves grasses est une saponification; il n'y a pas oxydation préalable des glycérides, puis saponification comme on le constate, *in vitro*, pour les huiles siccatives ([2]) sinon M de ces acides oxydés devrait entraîner une élévation dès le début de la germination; 2° l'utilisation (oxydation) des acides gras libérés débute par l'emploi des acides non saturés (acides linoléique et oléique); l'examen de M est en faveur de cette marche. Son relèvement final provient de l'accumulation des acides saturés de poids moléculaire élevé (acides stéarique, arachidique, lignocérique); 3° il n'y a pas simplification visible de la molécule des acides primitifs, elle devrait se déceler par un abaissement de M non constaté; 4° l'oxydation des acides gras détermine la formation de composés peroxydés et de composés aldéhydiques, prouvée par l'étude microchimique de coupes minces de graisses germées. La localisation des composés aldéhydiques, dans les vaisseaux conducteurs, semble dénoter leur caractère transitoire.

([1]) Résultats comparables à ceux de Schmidt sur le même sujet (*Flora*, 74, 1898, p. 300).

([2]) Travaux de INGLE, JORISSEN, *Chem. Zeitung*, 23, 1898, p. 162; MICHALLET, *Thèse Ing. Docteur*, Lyon, 1928.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur quelques propriétés physico-chimiques de la globine naturelle.* Note [1] de M. **Jean Roche**, présentée par M. A. Desgrez.

L'hémoglobine, traitée par les acides dilués, fournit de l'hématine et de la globine. La globine est obtenue à l'état dénaturé si la décomposition a lieu à une température supérieure à 0°, et à l'état naturel si la température ne dépasse pas 0° au cours de la préparation [Hill et Holden [2]]; elle n'a fait l'objet, jusqu'ici, que d'un nombre très restreint de travaux.

Étant donné l'intérêt que comporte l'étude de la globine naturelle dont les propriétés physico-chimiques, en particulier, doivent fixer celles de l'hémoglobine elle-même, nous avons entrepris un certain nombre d'expériences qui nous ont permis d'en mesurer le point isoélectrique par la cataphorèse et par l'établissement de la courbe de neutralisation de ses solutions. Voici comment nous avons opéré :

La globine a été préparée par la méthode de Hill et Holden, puis concentrée par précipitation par $SO^4(NH^4)^2$ et redissolution dans la quantité minima d'eau distillée, et enfin dialysée; toutes ces opérations ont été poursuivies à une température de — 1°. La cataphorèse a été faite par la technique de Vlès et de Coulon sur des solutions de protéine additionnées de 0,9 pour 100 de NaCl et amenées aux pH désirés par addition d'HCl ou de NaOH $n/10$. Les courbes de neutralisation ont été établies sous courant d'azote, les solutions d'acide et de base employées étant HCl $n/10$ et NaOH décarbonatée $n/10$. Dans toutes nos expériences, les pH ont été mesurés par l'électrode d'antimoine montée en différentiel (Vlès et Vellinger).

Environ cinquante cataphorèses de solutions contenant de 2 à 5 grammes de globine par litre ont montré que cette protéine possède *un point isoélectrique unique à* pH = 7,5.

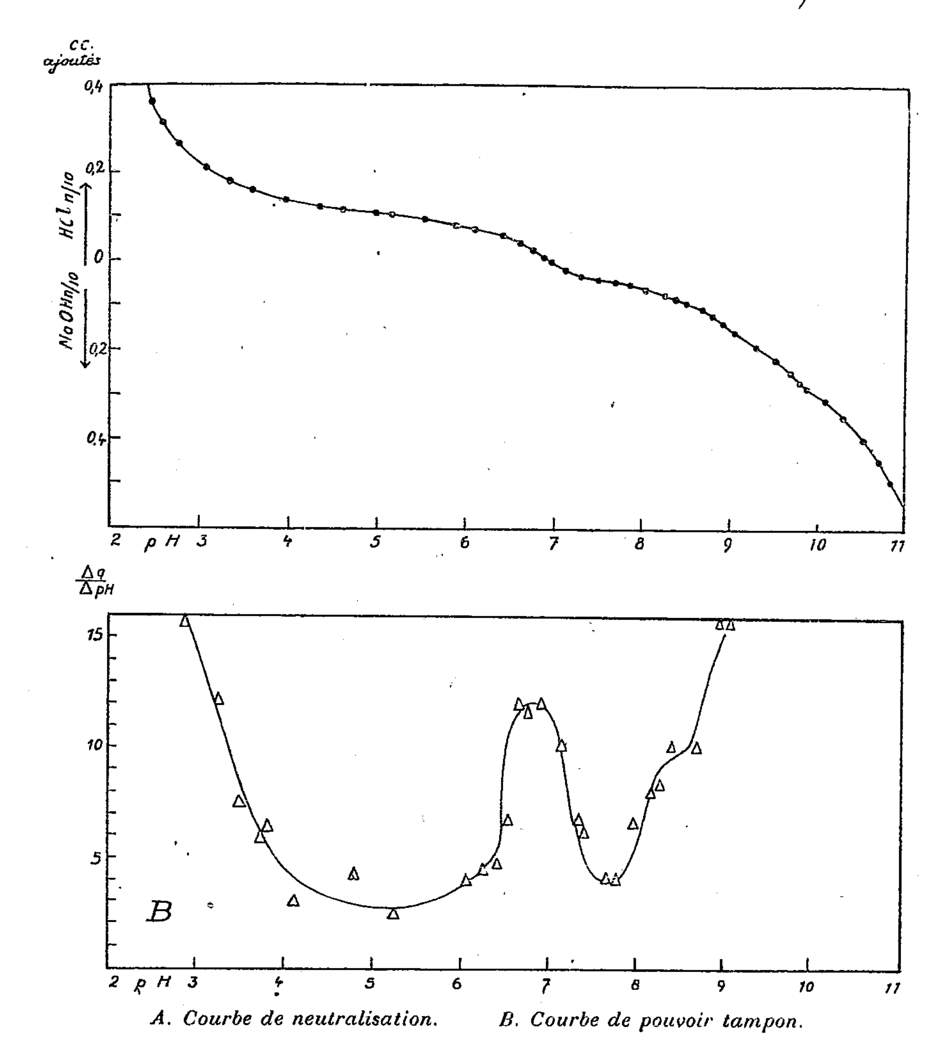
Les courbes de neutralisation des mêmes solutions affectent, en général, la forme de celle, se rapportant à l'une de nos expériences, représentée par le tracé A de la figure ci-contre. On notera sur cette courbe l'existence d'un point d'inflexion, à pH = 7,5 environ, correspondant au point isoélectrique. Si l'on calcule la valeur de la tangente τ en chacun des points de la courbe de

---

(1) Séance du 21 août 1929.

(2) R. Hill et H. F. Holden, *Biochem. Jl*, 20, 1926, p. 1326-1339.

neutralisation $\left(\tau = \frac{\Delta q}{\Delta \mathrm{pH}}\right.$ où Δq est la quantité d'acide ou de base qui, ajoutée à la solution, détermine une variation de pH de $\left.\Delta \mathrm{pH}\right)$, l'ensemble



A. Courbe de neutralisation. *B. Courbe de pouvoir tampon.*

des données ainsi obtenues, exprimé graphiquement, forme la courbe du pouvoir tampon de la solution étudiée en fonction du pH.

Sur cette courbe, la position du point isoélectrique sera définie, avec une sensibilité beaucoup plus grande que sur les courbes de neutralisation, par une valeur minima de l'ordonnée dans la zone de pH où l'action tampon de

la protéine s'exerce. Cette opération réalisée à partir du tracé A de la figure ci-dessus nous a permis d'établir le tracé B (de la même figure), sur lequel le minimum de pouvoir tampon, correspondant au point isoélectrique de la globine, est situé à pH = 7,6 environ.

Il résulte de toutes ces données que le point isoélectrique de la globine naturelle est à pH = 7,5. Comme on admet, pour l'hémoglobine, la valeur de pH = 6,8, il s'ensuit que la combinaison de l'hématine avec la globine comporte la formation d'un complexe à point isoélectrique moins élevé que celui de la globine. Ce phénomène doit être attribué : soit à une neutralisation de certaines valences alcalines de la globine par l'une ou par les deux valences acides de l'hématine, soit à une variation des pH de certaines valences acides de la globine, consécutive à sa combinaison avec l'hématine.

La séance est levée à $15^h 30^m$.

A. Lx.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 SEPTEMBRE 1929.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE ROUX.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **Jules Bordet**, Associé étranger de l'Académie, Professeur à l'Université de Bruxelles, qui assiste à la séance.

MÉDECINE. — *Sur les effets pathogènes exercés chez l'homme et chez l'animal, par l'exotoxine neurotrope du* Bacillus coli. Note [1] de M. **H. Vincent**.

Dans un certain nombre de recherches antérieures, j'ai étudié la toxine sécrétée par le *Bacillus coli* [2]. J'ai démontré que celle-ci n'est pas *une*, mais qu'elle comprend :

1° une *endotoxine* thermostabile, *entérotrope et hépàtotrope*, agissant énergiquement sur l'épithélium et les glandes de l'intestin, le foie et la vésicule biliaire;

2° une *exotoxine neurotrope*, thermolabile, indépendante de l'endotoxine, ayant une affinité très particulière pour le système nerveux. Les deux toxines sont constantes et il est possible de dissocier par l'expérimentation leurs effets respectifs.

L'exotoxine neurotrope joue, ainsi qu'on va le montrer, un rôle important et mal connu en pathologie humaine. Ses effets morbides se rapprochent

(1) Séance du 26 août 1929.

(2) H. Vincent, *Sur la pluralité des toxines du* Bacillus coli, etc. (*Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1624; 187, 1928, p. 787); *Cours du Collège de France*, 1926-1927.

beaucoup de ceux qu'elle détermine chez l'animal. Certaines races de bacille la produisent plus abondamment. On la constate, dans les cultures, déjà après 18 à 20 heures. Le filtrat des cultures, introduit dans la veine du lapin à la dose de $1^{cm^3},5$ à 2^{cm^3}, peut le tuer en 2 à 18 heures. L'animal présente, parfois après 30 minutes, une stupeur marquée; il reste couché sur le flanc, inerte, insensible à la piqûre; le réflexe conjonctival est affaibli. La mort survient dans le coma.

Si la dose injectée est plus faible, ou si la toxine provient d'une souche moins active, la mort est plus tardive; elle se produit deux à huit jours après, mais souvent un, deux et même trois mois plus tard. Elle est toujours précédée d'une phase de paralysie progressive et ascendante avec paralysie des centres sphinctériens, puis des centres respiratoires, et amyotrophie aiguë parfois énorme.

Ces symptômes sont dus histologiquement à une dégénérescence considérable des cellules sensitives et motrices de la moelle et du bulbe, sur lesquelles s'est fixée la toxine microbienne ([1]).

Les lapins inoculés ont présenté parfois des symptômes nerveux plus anormaux : hémiparésie ou monoparésie initiales, contraction en opisthotonos des muscles de la nuque, ou déviation latérale de la tête, par paralysie de certains groupes musculaires et contraction tonique des muscles antagonistes sains. Un fort lapin ($2^{kg},800$) a présenté le phénomène de *rétropulsion :* abandonné à lui-même, effrayé ou actionné par la piqûre, il réagissait uniquement par un recul prolongé suivi de dyspnée d'effort.

Très sensible à l'exotoxine neurotrope, l'homme paraît moins souvent affecté que l'animal dans son système neuromoteur, mais davantage dans son appareil sensitif et son psychisme. Cependant les troubles moteurs ne sont pas exceptionnels. C'est ainsi que la *paralysie* colibacillaire a été signalée par Gilbert et Lion chez les urinaires infectés. J'ai observé un exemple semblable de paralysie lente chez un malade atteint six ans auparavant de septicémie de gravité moyenne, due au *B. coli* et vérifiée par le laboratoire. Fait intéressant, le bacille isolé de l'urine de ce malade produisait une neurotoxine extrêmement active ([2]).

([1]) H. Vincent, *C. R. de la Soc. de Biologie*, 87, 1922, p. 642.

([2]) On observe souvent, chez l'homme, des paralysies ascendantes (syndrome de Landry) dont l'étiologie est obscure, et dont certaines formes rappellent singulièrement celle que présentent les animaux ayant reçu une injection de toxine neurotrope ou de culture. L'intoxication colibacillaire est probablement à l'origine de certains de ces cas.

La paralysie des sphincters n'est pas exceptionnelle chez les enfants atteints de la même infection; je l'ai constatée chez les accouchées atteintes de pyélonéphrite suppurée à *Bacillus coli*.

D'autres phénomènes morbides plus accentués, mais aussi plus rares, peuvent encore être signalés au cours de la pyélonéphrite suppurée à *Bacillus coli* : parésie des quatre membres, diminution ou perte de la mémoire et de l'intelligence, faciès hagard, ou bien état subcomateux avec délire calme, inconscience absolue, incontinence des matières fécales et de l'urine, etc. (H. VINCENT, *Bulletin de l'Académie de Médecine*, 6, 1928, XL).

Une enfant de trois ans et demi, atteinte de septicémie avec pyélonéphrite colibacillaires, présenta des tremblements convulsifs des lèvres et de la face, du nystagmus et des secousses cloniques des membres supérieurs, etc.

On est conduit à rattacher ces symptômes nerveux si graves à l'intoxication par l'exotoxine neurotrope du colibacille, non seulement parce qu'ils sont apparus à l'occasion d'une pyélonéphrite ou d'une septicémie à *Bacillus coli*, mais encore et surtout parce que *le sérum anticolibacillaire a amené, dans les cas précédents, leur guérison rapide, parfois presque immédiate*. Le résultat donné par la médication spécifique témoigne, en conséquence, que cet ensemble parfois complexe de troubles sensitifs, psychiques et moteurs peut être sous la dépendance de l'intoxication du système nerveux par la neurotoxine colibacillaire.

Il existe, en pathologie humaine, d'autres phénomènes nerveux morbides, moins sévères mais assurément plus fréquents que les précédents, et qui peuvent, dans certains cas, être commandés par la même cause toxique. On les observe soit au cours de la *colibacillose urinaire* chronique, soit même dans l'*entérite muco-membraneuse*. Ils sont souvent associés à des désordres digestifs ([1]), à des troubles hépatiques, à l'infection biliaire, etc. : dépression nerveuse, diminution de la mémoire, perte de l'activité physique et intellectuelle, céphalée fréquente, irritabilité, tristesse, hypochondrie. Certains états psychopathiques plus caractérisés avec idées délirantes, peuvent également, chez des colibacilluriques, être sous la dépendance de l'action toxique exercée par le *Bacillus coli*.

La preuve en a été apportée, de la même manière, par la guérison rapide

---

([1]) L'entérocolite chronique et rebelle et surtout les crises diarrhéiques profuses, avec entéralgie pénible, sont probablement dues ici à l'influence simultanée de l'endotoxine sécrétée par le colibacille.

de ces symptômes complexes sous l'influence des injections de sérum anticolibacillaire. Cette méthode de traitement a fait disparaître dans un nombre élevé de cas du premier groupe, et chez un malade psychopathe appartenant au deuxième groupe, en même temps que la colibacillurie, les troubles nerveux ainsi que les désordres intestinaux qui les accompagnaient.

CORRESPONDANCE.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Quelques propositions sur les limites stochastiques éventuelles.* Note de M. **Eugène Slutsky**, présentée par M. Émile Borel.

1. J'ai étudié dans mes deux Notes précédentes (*Comptes rendus*, 187, p. 370, 878) quelques cas où la limite stochastique d'une variable éventuelle était elle-même une variable éventuelle. La première remarque que je dois faire maintenant sur ce sujet est celle que la conception mentionnée exige une généralisation de la notion même de la variable éventuelle et c'est dans le sens que, parmi les résultats possibles d'une épreuve, l'éventualité que la variable en question ne prend aucune valeur peut avoir lieu. Il est vrai que, sous les conditions exposées dans les Notes déjà citées, la probabilité que la limite stochastique restera indéterminée après l'expérience ne dépasse pas o, mais le cas reste néanmoins théoriquement possible. Voilà encore quelques propositions sur les *limites stochastiques éventuelles* (s'il m'est permis de proposer cette expression pour désigner les limites en question).

2. Théorème I. — *Soit* $X_\alpha, Y_\beta, \ldots, Z_\gamma$ *un nombre fini de variables éventuelles dont les fonctions de probabilité dépendent de paramètres* $\alpha, \beta, \ldots, \gamma$ *et dont les limites stochastiques sont les variables éventuelles* $x, y, \ldots, z$. *Nous supposons que les espérances mathématiques* $E|X_\alpha|^a, E|Y_\beta|^b, \ldots, E|Z_\gamma|^c$ $(a, b, \ldots, c > 0)$ *ont des bornes supérieures et que* $F(X_\alpha, Y_\beta, \ldots, Z_\gamma)$ *est une fonction continue partout ne dépendant pas directement de* $\alpha, \beta, \ldots, \gamma$. *Alors la fonction* $F(X, Y, \ldots, Z)$ *sera la limite stochastique éventuelle de* $F(X_\alpha, Y_\beta, \ldots, Z_\gamma)$.

La démonstration étant semblable à celle d'un théorème analogue pour le cas où les limites sont constantes [voir mon article *Ueber stochastische*

Asymptoten und Grenzwerte (*Metron*, 5, III, 1925, p. 76)] j'arrive au théorème suivant qui ne me semble pas inutile quoique n'ayant pas la généralité des belles propositions de M. Fréchet sur le même sujet (*Comptes rendus*, 188, p. 368).

Théorème II. — *Soit* X_α *une variable éventuelle dépendant du paramètre* α, *dont la limite stochastique est une variable éventuelle* X, *et supposons que l'espérance mathématique* $E|X_\alpha|^r$ $(r > 0)$ *ait une limite supérieure. On a alors*

$$\lim E|X_\alpha|^k = E|X|^k \qquad (r > k > 0).$$

Démonstration. — On conclut de la proposition 1 de M. Fréchet (*loc. cit.*, p. 369) que $E|X|^k$ $(k \leqq r)$ doit être fini d'où, en s'appuyant sur l'inégalité simple,

$$E\big||X_\alpha|^k - |X|^k\big|^m \leqq 2^m(E|X_\alpha|^{km} + E|X|^{km})$$

et en posant $km = r$, on trouve que $E\big||X_\alpha|^k - |X|^k\big|^{\frac{r}{k}}$ aura aussi une borne supérieure. En regardant alors $|X_\alpha|^k - |X|^k$ comme une variable éventuelle ayant la limite stochastique $= 0$ et en nous rappelant le théorème 8 de l'article de *Metron* déjà cité (*loc. cit.*, p. 51) nous aurons immédiatement

$$\lim E(|X_\alpha|^k - |X|^k) = 0 \qquad (r > k > 0). \qquad \text{C. Q. F. D.}$$

Ce théorème peut être répandu aisément sur les autres moments : EX_α^k et sur les moments-produits.

3. Soit $y(t)$ une fonction éventuelle régulière, déterminée dans chaque (ou presque chaque) point d'un intervalle (a, b) et soit S son intégral stochastique défini comme la limite stochastique éventuelle de $S_h = \sum_{a,\,b} y_i h_i$ (voir *Comptes rendus*, 187, 1928, p. 878). Nous avons alors :

Théorème III. — *Soit n un nombre entier* $> k > 0$ *et supposons que* $E|y(t)|^n \leqq A$, *où* A *est un nombre fini, pour tous les points de l'intervalle* (a, b). *On a alors* $\lim E|S_h|^k = E|S|^k$ *et (pour k entier)* $\lim ES_h^k = ES^k$.

Cette proposition suit immédiatement du théorème précédent si l'on remarque que

$$E|S_h|^n \leqq \Sigma\Sigma\ldots\Sigma h_{i_1} h_{i_2} \ldots h_{i_n} E|y_{i_1}|.|y_{i_2}|\ldots|y_{i_n}| \leqq (b-a)^n A n.$$

Le théorème III pouvant être généralisé aisément sur les moments-produits d'une et de plusieurs fonctions éventuelles, il s'ensuit un grand nombre de

formules applicables dans la statistique mathématique, par exemple

$$\mathrm{E}\left\{\int_a^b y(t)\,dt\int_c^d y(t)\,dt\right\}=\int_0^{b-a}\int_0^{d-c}\mathrm{E}y(a+u)y(c+v)\,du\,dv.$$

4. Supposons que $\mathrm{E}y(t)$ est une fonction dérivable de t et que $\frac{d}{dt}\mathrm{E}y(t)$ dans le point t est fini. Supposons encore que $\sigma_y^2=\mathrm{E}[y(t)-\mathrm{E}y(t)]^2=$ const. et que le coefficient de corrélation entre $y(t)$ et $y(t+\tau)$, $r_y(\tau)$, ne dépendant que de τ, possède deux dérivées premières qui sont continues au moins près du point $\tau=0$. Alors il est aisé de montrer l'existence de la dérivée stochastique $\frac{dy}{dt}=\lim_{\mathrm{B}}\frac{\Delta y}{\Delta t}$ (cf. ma Note déjà citée *Comptes rendus*, 187, 1928, p. 878). Je vais énoncer maintenant :

Théorème IV. — *Soit que les ordonnées d'une fonction éventuelle satisfaisant aux conditions ci-mentionnées sont assujetties à la loi de la corrélation normale. On a alors*

$$\mathrm{E}\left(\frac{dy}{dt}\right)^n=\lim\mathrm{E}\left(\frac{\Delta y}{\Delta t}\right)^n$$

où n est un nombre entier positif quelconque.

On trouve aisément ensuite que sous les hypothèses du théorème IV

$$\mathrm{E}\left(\frac{dy}{dt}-\mathrm{E}\frac{dy}{dt}\right)^{2n+1}=0$$

$$\mathrm{E}\left(\frac{dy}{dt}-\mathrm{E}\frac{dy}{dt}\right)^{2n}=(-1)^n 1.3.5\ldots(2n-1)(r''_{(0)})^n\sigma_y^{2n}.$$

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les espaces de Riemann ayant leurs coefficients de rotation constants.* Note [1] de M. G. **Vranceanu**, transmise par M. Hadamard.

Le but de cette Note est de démontrer le théorème suivant :

La condition nécessaire et suffisante pour que dans un espace de Riemann V_n, il soit possible de choisir un système de n congruences orthogonales, ayant comme coefficients de rotation de Ricci des constantes, est que l'espace admette un groupe continu (réel) simplement transitif de transformations isométriques.

On sait (Ricci) qu'on peut toujours introduire (et cela d'une infinité de manières) dans une variété riemannienne $V_n(x^1, x^2, \ldots, x^n)$ un système de n congruences orthogonales. Si l'on désigne par λ_h^i et $\lambda_{h,i}$ les paramètres

---

[1] Séance du 26 août 1929.

et les moments de ces congruences, les coefficients de rotation s'écrivent

$$(1)\qquad \gamma_{hkl} = \frac{1}{2}\left(\varpi^{h}_{kl} + \varpi^{k}_{lh} + \varpi^{l}_{kh}\right) \qquad (h, k, l = 1, 2, \ldots, n),$$

où les ϖ ont les expressions

$$(2)\qquad \varpi^{h}_{kl} = \sum_{ij}^{n}{}_{1}\left(\frac{d\lambda_{h,i}}{dx^{j}} - \frac{d\lambda_{h,j}}{dx^{i}}\right)\lambda^{i}_{k}\lambda^{j}_{l} = \gamma_{hkl} - \gamma_{hlk}.$$

Les formules (1) et (2) nous disent que si les γ sont indépendants des variables x, les ϖ le sont aussi et inversement. Or si les ϖ sont des constantes, elles sont les constantes de structure d'un groupe continu à n paramètre [1]; c'est-à-dire que les n transformations infinitésimales

$$(3)\qquad X_{h}f = \sum_{i}^{n}{}_{1}\lambda^{i}_{h}\frac{\partial f}{\partial x^{i}} \qquad (h = 1, 2, \ldots, n)$$

déterminent un groupe continu simplement transitif que j'appelle G_{λ}.

Dans ce cas, des formules d'équivalence de deux variétés riemanniennes (voir ma Note, *Sopra certi problemi di equivalenza* (*Rend. dei Lincei*, seduta del 22 aprile 1929), il résulte (les γ étant des constantes) que notre V_n admet comme groupe continu (complet ou partiel) de transformations isométriques le groupe simplement transitif défini par les équations

$$(4)\qquad \frac{\partial x'^{r}}{\partial x^{i}} = \sum_{h}^{n}{}_{1}\lambda_{h,i}(x)\,\lambda^{r}_{h}(x').$$

Les transformations infinitésimales de ce groupe G_{ξ} étant données par les n solutions indépendantes du système

$$(5)\qquad \frac{\partial \xi^{r}}{\partial x^{i}} = \sum_{h,j}^{n}{}_{1}\frac{\partial \lambda^{r}_{h}}{\partial x^{j}}\lambda_{h,i}\,\xi^{j},$$

on voit tout de suite que les groupes G_{λ} et G_{ξ} sont réciproques.

Inversement, supposons que l'espace V_n admet comme groupe continu de transformations isométriques le groupe simplement transitif G_{ξ}, c'est-à-dire

(1) Voir Élie Cartan, *La Géométrie des groupes de transformations* (*Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 6, 1927, p. 49-54).

que les composantes a_{ij} de la métrique de V_n satisfont aux équations de Killing

$$(6) \qquad \sum_{1}^{n}{}_r \left(\frac{\partial a_{ij}}{\partial x^r} \xi_h^r + a_{ir} \frac{\partial \xi_h^r}{\partial x^j} + a_{jr} \frac{\partial \xi_h^r}{\partial x^i} \right) = 0.$$

Si l'on désigne par a_{ij} les composantes de la métrique d'une variété $\overline{V}_n$, dans laquelle les congruences λ du groupe G_λ, réciproque de G_ξ, sont orthogonales, on a

$$\overline{a}_{ij} = \sum_{1}^{n}{}_h \lambda_{h,i} \lambda_{h,j},$$

et l'on trouve facilement que les différences $\overline{a}_{ij} - a_{ij}$ satisfont elles-mêmes aux équations homogènes (6); par conséquent, si l'on choisit les congruences λ orthogonales en un seul point de V_n, ce qui est toujours possible, elles seront orthogonales en tous les points de V_n. C. Q. F. D.

Il est à remarquer que les mêmes considérations sont valables si le groupe simplement transitif G_ξ n'est pas réel; mais en ce cas, les congruences λ et les composantes de la rotation γ_{h4e} ne sont pas non plus réelles.

Comme exemple d'espaces de Riemann ayant une rotation constante et réelle, nous avons les espaces à courbure constante négative à trois dimensions, tandis que les espaces à courbure constante positive ont une rotation constante et purement imaginaire. Parmi les propriétés des espaces de Riemann à rotation constante, on peut citer :

1° Les variations subies dans le transport parallèle, par les composantes, suivant les congruences λ, d'un vecteur quelconque, ne dépendent pas du point considéré et inversement.

2° Les composantes, suivant les congruences λ, du tenseur de courbure sont des constantes, comme dans le cas des espaces ε étudiés par M. Élie Cartan et caractérisés par la propriété d'annuler le tenseur dérivé du tenseur de courbure [1]. Il existe des espaces à rotation constante qui ne sont pas des espaces ε, et l'on peut donner comme exemple le cas d'un espace ayant comme groupe *complet* de transformations isométriques, un groupe simplement transitif.

3° L'intégration des équations des géodésiques se réduit à l'intégration

[1] Voir Élie Cartan, *Sur une classe remarquable d'espaces de Riemann* (*Bull. Soc. math.*, 54, 1926, p. 228).

successive de deux systèmes d'ordre n, et par ce fait ils rentrent dans la classe des espaces à caractéristiques indépendantes [1].

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques propriétés des ensembles connexes.* Note [2] de M. **Hasso Härlen**, transmise par M. Hadamard.

Nous supposons un espace topologique, satisfaisant aux quatre axiomes de voisinage et au premier axiome d'énumérabilité de M. Hausdorff [3]. Nous pourrons remplacer aussi cette dernière hypothèse par une condition beaucoup moins forte, concernant l'existence de suites d'ensembles convergeant vers p pour chaque point de l'espace; ces suites pourront être dénombrables ou non.

I. *Ensembles bornés.* — Nous donnerons une définition absolument topologique des ensembles bornés. Soit $\{V_i(p)\}$ une suite convergente vers p de voisinages de p. Nous supposons un système Σ de ces suites, une au moins correspondant à chaque point de l'espace. Si pour chacun de ces systèmes et pour chaque i déterminé, il y a un nombre fini de ces voisinages V_1, $V_2, \ldots, V_n$, tel que chaque point d'un ensemble A soit compris dans au moins un d'eux et que V_i et V_{i+1} aient au moins un point commun, alors nous dirons que A est borné. Cette définition est plus étroite que celle d'ensemble compact. Pour les espaces localement compacts elle correspond exactement au sens concret et à la notion métrique d'ensembles bornés. C'est d'ailleurs le cas pour les espaces non localement compacts, après une légère modification, selon laquelle : 1° la somme d'ensembles bornés, dont la partie commune n'est pas vide, et 2° tout sous-ensemble d'un ensemble borné, sont bornés,

L'ensemble A sera dit semi-borné, si, pour chaque couple a, b de points de A, il y a un sous-ensemble borné de A contenant simultanément a et b. On peut alors démontrer le théorème : « Tout ensemble semi-borné en soi est connexe et *vice versa*. »

II. *Espaces complets.* — Nous définissons les espaces complets d'une manière parfaitement topologique. Un espace sera dit complet, si, pour chaque point p, il existe un voisinage $V(p)$, tel que la partie commune à

---

(1) Voir V. Volterra, *Sulla integrazione di una classe di equazioni dinamiche* (*Atti di Torino*, 33, 1898, p. 542).

(2) Séance du 26 août 1929.

(3) Hausdorff, *Mengelehre*, 1re édition, 1914, p. 213 et 263.

tous les éléments d'une suite d'ensembles fermés avec partie ouverte non vide, contenus entièrement dans $V(p)$, n'est pas vide. Cette définition correspond absolument à la notion métrique d'espaces complets.

Chaque espace topologique peut être prolongé en un espace complet, grâce à l'adjonction d'un seul point.

III. *Les ensembles connexes.* — En utilisant les notions précédentes, on peut démontrer les théorèmes :

1° Un espace complet, connexe et localement connexe contient avec deux points une partie compacte et connexe embrassant ces points.

2° Dans chaque continu compact est compris, avec un couple a, b de points, un sous-continu irréductible entre a et b. Il s'ensuit immédiatement :

3° Chaque espace complet, connexe et localement connexe contient avec un couple a, b de points un sous-continu compact, irréductible entre a et b.

On peut montrer aussi que ce sous-continu est localement connexe, de sorte qu'après un théorème de M. Hahn [1] pour tout couple a, b de points d'un espace complet, connexe et localement connexe, il existe une courbe simple, joignant a et b.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un principe général de la théorie des ensembles analytiques.* Note [2] de M. N. **Lusin**, transmise par M. Hadamard.

1. On sait [3] que deux ensembles analytiques quelconques sans point commun sont nécessairement *séparables* B. Il est naturel de chercher à généraliser ce fait et d'étendre la théorie de séparabilité dans le domaine des ensembles *projectifs*. Et il est naturel de commencer la construction de cette théorie par l'étude de la séparabilité au moyen des *complémentaires analytiques*.

Posons la définition suivante :

Définition. — *Nous dirons que deux ensembles de points* E_1 *et* E_2 *sont simultanément séparables au moyen de complémentaires analytiques s'il existe deux complémentaires analytiques* H_1 *et* H_2 *n'ayant aucun point commun et contenant respectivement* E_1 *et* E_2.

---

(1) Hahn, *Sitzungsber. Wiener Akad.*, 130, 1921, p. 245.

(2) Séance du 29 juillet 1929.

(3) Voir par exemple mon Mémoire *Sur les ensembles analytiques* (*Fundamenta Mathematicae*, 10, 1926, p. 52).

Avant d'indiquer le principe de cette théorie et ses applications, il convient de faire la remarque suivante. Il serait inutile d'introduire la notion de séparabilité *simultanée* au moyen de deux ensembles analytiques H_1 et H_2, puisque, dans ce cas, les ensembles E_1 et E_2 seraient simplement séparables B. Au contraire, il paraît d'abord utile de considérer la séparabilité en quelque sorte *unilatérale* au moyen d'ensembles analytiques. On pourrait dire que E_1 est *séparable de* E_2 *au moyen d'un ensemble analytique* H_1 si l'ensemble H_1 contient E_1 et n'a aucun point commun avec H_2. On pourrait de même parler de séparabilité unilatérale au moyen de complémentaires analytiques lorsque E_1 est contenu dans un complémentaire analytique H_1 qui n'a aucun point commun avec E_2. Néanmoins, nous verrons que l'introduction de la notion de séparabilité unilatérale est illusoire.

2. *Principe.* — La théorie de la séparabilité au moyen de complémentaires analytiques est basée sur la proposition fondamentale suivante :

Principe. — *Si* E_1 *et* E_2 *sont deux ensembles analytiques, les ensembles* R_1 *et* R_2, *que l'on obtient en supprimant de* E_1 *et* E_2 *leur partie commune, sont toujours simultanément séparables au moyen de deux complémentaires analytiques.*

Une proposition en quelque sorte inverse à ce Principe est la suivante :

Théorème. — *Pour que deux ensembles* R_1 *et* R_2 *sans point commun, dont chacun est la différence de deux ensembles analytiques, soient simultanément séparables au moyen de deux complémentaires analytiques, il faut que* R_1 *et* R_2 *puissent être obtenus en supprimant de deux ensembles analytiques* E_1 *et* E_2 *leur partie commune.*

On déduit du Principe la proposition très utile : *Si* E_1 *et* E_2 *sont deux complémentaires analytiques, les ensembles* R_1 *et* R_2, *qu'on obtient en supprimant de* E_1 *et* E_2 *leur partie commune, sont toujours simultanément séparables au moyen de deux complémentaires analytiques.*

Mais l'une des conséquences importantes du Principe consiste en ce que la notion de séparabilité unilatérale indiquée précédemment est entièrement illusoire. En effet on en déduit sans peine que, si chacun des deux ensembles E_1 et E_2 est séparable *de l'autre* au moyen d'un ensemble analytique, ils sont simultanément séparables au moyen de deux complémentaires analytiques. Il en est de même pour la séparabilité unilatérale au moyen de complémentaires analytiques.

3. *Existence de deux complémentaires analytiques non séparables* B. —

Nous allons donner une démonstration de cette existence basée sur le Principe précédent [1].

Un couple (E_1, E_2) d'ensembles analytiques E_1 et E_2 situés dans le plan XOY est dit *doublement universel* si, quels que soient les ensembles analytiques linéaires e_1 et e_2, il existe une droite parallèle à l'axe OY qui coupe E_1 et E_2 en e_1 et e_2 respectivement.

Il y a des couples doublement universels. Pour le démontrer, considérons, dans le plan TOY, un ensemble analytique universel U, c'est-à-dire tel que nous avons en le coupant par des parallèles à l'axe OY tous les ensembles analytiques linéaires possibles.

Soit $t_1 = \varphi(x)$, $t_2 = \psi(x)$ une courbe péanienne remplissant tout le plan T_1OT_2, les fonctions φ et ψ étant continues entre o et 1.

Considérons la transformation du plan TOY en un plan XOY en posant $t = \varphi(x)$, $y = y$; soit U_1 la transformée de U. D'une manière analogue, en posant $t = \psi(x)$, $y = y$, nous transformons TOY en XOY; soit U_2 la transformée de U. On voit bien que U_1 et U_2 sont des ensembles analytiques. Il est aisé de voir que le couple (U_1, U_2) est *doublement universel.* En effet il existe toujours un x_0 tel que la droite $x = x_0$ coupe U_1 et U_2 en deux ensembles analytiques linéaires e_1 et e_2 donnés à l'avance.

Cela posé, appliquons notre principe aux ensembles analytiques U_1 et U_2. Soient R_1 et R_2 les ensembles qu'on obtient en supprimant de U_1 et U_2 leur partie commune. D'après le principe il existe deux complémentaires analytiques H_1 et H_2 n'ayant aucun point commun et contenant respectivement R_1 et R_2.

Je dis maintenant que *les complémentaires analytiques* H_1 *et* H_2 *ne sont pas séparables* B.

En effet s'il y avait deux ensembles Θ_1 et Θ_2 mesurables B sans point commun et contenant respectivement H_1 et H_2, chaque parallèle à OY couperait Θ_1 et Θ_2 en des ensembles linéaires mesurables B de classes toujours inférieures à un nombre transfini fixe α. Or, le couple (U_1, U_2) est doublement universel. Donc, il existe une droite $x = x_0$ qui coupe U_1 et U_2 en deux ensembles e_1 et e_2 mesurables B de classe $\alpha + 1$ et dont l'un est le complémentaire de l'autre. Puisque les ensembles Θ_1 et Θ_2 contiennent R_1 et R_2, il est clair que la droite $x = x_0$ coupe Θ_1 et Θ_2 précisément en e_1 et e_2, ce qui est impossible puisque la classe de e_1 surpasse α.

C. Q. F. D.

---

[1] M. Novikoff a donné une démonstration différente.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe de fonctions presque périodiques qui engendre les classes de fonctions p. p. de W. Stepanoff, H. Weyl et Bezicovitch.* Note de M. **A. Kovanko**, présentée par M. Émile Borel.

Introduisons en premier lieu les notations suivantes :

Soient E un ensemble mesurable linéaire sur $(-\infty, +\infty)$; $E(a, b)$ sa partie dans (a, b). De même soit $\varphi(x)$ une fonction sur $(-\infty, +\infty)$, partout sommable. Nous écrirons

$$\delta_1 E = \limsup_{T=\infty} \frac{\operatorname{Mes} E(-T, +T)}{2T}; \qquad \limsup_{T=\infty} \frac{1}{2T}\int_{-T}^{+T} \varphi(x)\,dx = \overline{\mathfrak{M}}\{\varphi\},$$

$$\limsup_{T=\infty} \frac{1}{2T}\int_{E(T,+T)} \varphi(x)\,dx = \overline{\mathfrak{M}}_E\{\varphi\}; \qquad \lim_{T=\infty} \frac{1}{2T}\int_{-T}^{+T} \varphi(x)\,dx = \mathfrak{M}\{\varphi\}.$$

Soit $f_1(x)$, $f_2(x)$, $f_3(x)$, ..., une suite de fonctions mesurables sur $(-\infty, +\infty)$. Nous disons que la suite converge asymptotiquement uniformément (a. u.) vers $f(x)$ si, quel que soit $\varepsilon > 0$, il existe un nombre $\mathfrak{N} > 0$ tel que $|f(x) - f_m(x)| < \varepsilon$ pour tout $m > \mathfrak{N}$, exclusion faite d'un ensemble E_m avec $\delta_1 E_m < \varepsilon$.

Définition (α). — Nous disons que $f(x) = u(x) + iv(x)$ est presque-périodique (α) (p. p. α), s'il existe une suite de polynomes trigonométriques $\{P_{n_e}(x)\}$ ($e = 1, 2, 3, 4, \ldots$) qui converge (a. u.) vers $f(x)$.

Propriété I. — La somme et le produit de deux fonctions (p. p. α) est une fonction (p. p. α).

Propriété II. — Si $f(x)$ est (p. p. α), il en est de même pour $|f(x)|$.

Propriété III. — Si une suite de fonctions (p. p. α) converge (a. u.) vers une fonction limite, la fonction limite est (p. p. α).

Propriété IV. — Si $f(x)$ est (p. p. α), alors, quel que soit $\varepsilon > 0$, il existe un nombre $e > 0$ tel que, dans chaque intervalle de longueur e, il existe un nombre τ tel que $|f(x+\tau) - f(x)| < \varepsilon$, exclusion faite d'un ensemble E_τ avec $\delta_1 E_\tau < \varepsilon$.

Soit k un nombre quelconque > 1.

Définition (α_k). — Nous dirons que $f(x)$ est (p. p. α_k) si, quel que

soit $\varepsilon > 0$, il existe un polynome trigonométrique $P_n(x)$ tel que

$$\overline{\mathfrak{M}}\{|f(x) - P_n(x)|^k\} < \varepsilon.$$

Cette condition est équivalente à la suivante :

« $f(x)$ est p. p. α. Soit $P_{n_l}(x)$ $(l = 1, 2, 3, \ldots)$ la suite de polynomes trigonométriques qui converge (a. u.) vers $f(x)$; alors, quel que soit $\varepsilon > 0$, il existe un nombre $\eta > 0$ tel que :

$$|\overline{\mathfrak{M}}_E\{[f(x)]^k\}| < \varepsilon \qquad \text{et} \qquad |\overline{\mathfrak{M}}_E\{[P_{n_l}(x)]^k\}| < \varepsilon$$

pour $\delta_1 E < \eta$ et pour tout l. »

Propriété I. — La somme de deux fonctions (p. p. α_k) est une fonction (p. p. α_k).

Propriété II. — Si $f(x)$ est p. p. α_k, $|f(x)|$ l'est aussi.

Propriété III. — Si $f(x)$ est p. p. α_k, il existe un nombre l tel que, dans chaque intervalle de longueur l, il existe un nombre τ tel que

$$\overline{\mathfrak{M}}\{|f(x+\tau) - f(x)|^k\} < \varepsilon.$$

Propriété IV. — Si $f(x)$ est (p. p. α_k), $\mathfrak{M}\{f(x)\}$ et $\mathfrak{M}\{f.e^{-i\lambda x}\}$ existent et l'ensemble des valeurs λ telles que $\mathfrak{M}\{f.e^{-i\lambda x}\} \neq 0$ est dénombrable ou fini.

Définition S_k. — Nous disons que $f(x)$ est p. p. S_k, si elle est p. p. I au sens de W. Stepanoff et si de plus $[f(x)]^k$ est uniformément sommable.

Définition V_k. — Nous disons que $f(x)$ est p. p. V_k si elle est p. p. au sens défini dans notre Note (¹) et si $[f(x)]^k$ est uniformément sommable « en général », c'est-à-dire si, quel que soit $\varepsilon > 0$, il existe un nombre $T_0 > 0$ et un nombre $\eta > 0$ tels que

$$\left|\frac{1}{2T}\int_{E(a-T,\, a+T)} [f(x)]^k\, dx\right| < \varepsilon \qquad \text{pour} \qquad \frac{\operatorname{Mes} E(a-T,\, a+T)}{2T} < \eta$$

quand $T > T_0$ et pour tout a.

(¹) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 142.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Remarque sur un théorème de M. Hadamard relatif à la multiplication des singularités.* Note [1] de M. **R. Jungen**, transmise par M. Hadamard.

1. Parmi les manuscrits inédits de Hurwitz, conservés à l'École Polytechnique de Zurich, se trouve le théorème suivant :

Considérons les trois séries

$$f(z)=\Sigma a_n z^n, \qquad g(z)=\Sigma b_n z^n \qquad et \qquad h(z)=\Sigma a_n b_n z^n.$$

Si les deux premières satisfont chacune à une équation différentielle linéaire homogène dont les coefficients sont des fonctions rationnelles de z, il en est de même de la troisième.

La démonstration en est simple : Le fait que $f(z)$ est une intégrale d'une équation différentielle linéaire homogène à coefficients rationnels peut s'exprimer par une équation aux différences finies, linéaire homogène et à coefficients rationnels, vérifiés par les a_n. De cette équation et de l'équation analogue pour les b_n, on déduit par un procédé d'élimination une équation de la même nature pour les $a_n b_n$.

2. Nous pouvons préciser le théorème précité en faisant intervenir la nature des singularités :

Si chacune des séries $f(z)$ et $g(z)$ est intégrale d'une équation différentielle DE LA CLASSE DE FUCHS, *il en est de même de $h(z)$.*

La démonstration de ce théorème se base, d'une part, sur le théoréme de Hurwitz indiqué ci-dessus et, d'autre part, sur la formule de M. Hadamard

$$h(z)=\frac{1}{2\pi i}\int f(u)g\left(\frac{z}{u}\right)\frac{du}{u}. \tag{1}$$

I. La fonction $h(z)$ est intégrale d'une équation différentielle linéaire homogène à coefficients rationnels; à l'exception d'un nombre fini de points, elle est donc partout prolongeable. Faisons ce prolongement. Nous trouverons un système de k fonctions linéairement indépendantes $h_1, h_2, \ldots, h_k$, telles que tout autre prolongement de $h(z)$ en soit une combinaison linéaire.

---

[1] Séance du 26 août 1929.

Nous avons ainsi pour $h(z)$ l'équation différentielle *irréductible*

$$(2) \qquad \begin{vmatrix} y & h_1 & \dots & h_k \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ y^{(k)} & h_1^{(k)} & \dots & h_k^{(k)} \end{vmatrix} = 0,$$

dont les coefficients sont uniformes (après qu'on a divisé par le coefficient du premier terme).

II. Les fonctions $f(z)$ et $g(z)$ sont, d'après notre hypothèse, des intégrales d'équations différentielles de la classe de Fuchs; elles n'ont donc que des points singuliers de détermination *dans tout le plan*. Soit α un point singulier de $f(z)$, nous avons

$$|f(z)| \leqq \text{const.} |z - \alpha|^{-m} \qquad (m > 0)$$

pour des valeurs de z situées dans tel voisinage angulaire fini de α qu'il nous plaira. Il en est de même pour les points singuliers β de $g(z)$. La formule (1) — et c'est le point essentiel de la démonstration — permet de voir qu'il en est encore de même pour $h(z)$. Ainsi, nos fonctions $h_1, h_2, \dots, h_k$ [système fondamental de solutions de l'équation différentielle (2)] n'ont que des points singuliers de détermination.

III. Si nous montrons encore que les coefficients de l'équation (2) sont des fonctions rationnelles de z, notre théorème sera entièrement démontré. Développons le premier membre de l'équation (2), il vient

$$D_k y^{(k)} + D_{k-1} y^{(k-1)} + \dots + D_0 y = 0.$$

Faisons décrire à z un contour fermé qui ne contienne qu'un seul point singulier γ de D_i. Les fonctions $h_1, h_2, \dots, h_k$ étant transformées en des fonctions linéaires homogènes de $h_1, h_2, \dots, h_k$, D_i se reproduira multiplié par le déterminant Δ de la substitution. Puisque $\Delta \neq 0$, nous pouvons poser $\Delta = e^{-2\pi i R}$. La fonction $D_i(z-\gamma)^R$ est alors uniforme en γ; de plus, la singularité ne peut être qu'un pôle (puisque D_i n'a que des points singuliers de détermination). Ainsi, le rapport D_i/D_k est régulier en γ, ou n'y a qu'un pôle. En continuant de la sorte, on voit que ce rapport n'a, dans tout le plan, qu'un nombre fini de pôles; c'est donc bien une fonction rationnelle de z. C. Q. F. D.

3. On peut aisément généraliser ce théorème comme suit :

Théorème. — *Si chacune des séries*

$$\Sigma a_n z^n, \quad \Sigma b_n z^n, \quad \dots, \quad \Sigma l_n z^n$$

satisfait à une équation différentielle de la classe de Fuchs, il en est de même de la série

$$\Sigma P(a_n, b_n, \ldots, l_n) z^n,$$

où P *est un polynome donné des variables* $a, b, \ldots, l$.

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur les tourbillons alternés de Bénard-Karman dans un canal de largeur finie.* Note (¹) de M. **L. Rosenhead.**

Dans un article (*Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1129), M. H. Villat fait remarquer que si l'on considère le système des tourbillons alternés dans un fluide indéfini, comme le cas limite de ce système pour un canal de largeur finie, le résultat pour la résistance moyenne W_m agissant dans le sens du mouvement du corps, diffère de celui qui provient de l'examen direct du cas du fluide illimité.

On peut faire disparaître cette anomalie, si l'on fait usage d'une méthode qui a été récemment indiquée par M. le professeur Synge, dans son article (*Proceed. Roy. Irish Academy*, 1927, A, 37, p. 8) où il démontre que la résistance éprouvée peut être représentée par $D_1 - D_2$, D_1 étant un terme provenant du mouvement des tourbillons, et D_2 un terme provenant du mouvement relatif par rapport aux tourbillons. Le W_m obtenu par M. H. Villat tend à la limite vers le $(-D_2)$ du professeur Synge. Il n'y aurait donc coïncidence entre les résultats obtenus par les deux méthodes que dans le cas où les tourbillons sont immobiles.

La méthode de M. Synge a été utilisée par M. Glauert (*Roy. Soc. Proc.*, A, 120, 1928, p. 34) pour obtenir une solution approchée du problème des tourbillons alternés dans un canal de largeur finie. J'ai moi-même (*Phil. Trans.*, A, 228, 1920, p. 275-329) obtenu une solution précise et complète, où j'ai examiné notamment la forme des lignes de courant, la stabilité du système des tourbillons alternés dans le canal, la valeur des forces agissant sur un corps dans le sens de son mouvement, ainsi qu'une comparaison entre les résultats de la théorie et ceux de l'expérience.

Observations sur la Note précédente,
par M. **Henri Villat.**

Il va sans dire que j'ignorais, quand j'ai écrit ma Note des *Comptes rendus* du mois d'avril 1929, le beau Mémoire de M. L. Rosenhead, qui a paru le

(¹) Séance du 26 août 1929.

17 juin 1929 dans les *Phil. Trans.* [1]. Mais ce Mémoire avait été transmis à la Royal Society de Londres le 13 novembre 1928, avant que j'aie été amené à m'occuper incidemment de la question. Je tiens donc à laisser à M. L. Rosenhead la priorité pour les résultats sur lesquels nous nous sommes rencontrés à ce propos. M. L. Rosenhead a d'ailleurs élégamment approfondi des points difficiles que je n'avais pas envisagés, et notamment l'étude des conditions de stabilité. Quant à la différence des expressions obtenues pour la résistance, elle provient d'un phénomène analytique dont on connaît déjà maint exemple. On sait que la recherche d'une valeur moyenne pour la résistance dans le cas des tourbillons alternés, est un problème qui comporte quelque peu d'approximation. La méthode que j'ai utilisée donne, ainsi que celle de M. Synge, une expression de W_m qui comporte deux termes dans le cas général. L'un de ces termes, calculé pour le canal, conduit, dans le cas limite où la largeur croît indéfiniment, vers le terme $-D_2$ de M. Synge. L'autre terme, calculé directement dans le cas de fluide indéfini, fournit précisément le terme D_1 du même auteur. Mais si l'on commence par évaluer ce second terme dans le cas du canal, son expression ne tend pas vers D_1 quand on fait croître indéfiniment la largeur du canal. On verra dans le Mémoire détaillé la marche des calculs conduisant à cette discontinuité.

MÉDECINE EXPERIMENTALE. — *Les spirochètes marocains des Ornithodores des terriers et le spirochète de Mansouria ne sont pas doués de récurrence pour l'homme. Ils constituent une espèce distincte du spirochète espagnol,* Sp. hispanicum *S. de Buen* 1926. Note [2] de M. **P. Delanoë**, transmise par M. F. Mesnil.

La découverte [3] de nombreux gîtes d'Ornithodores à spirochètes dans le cercle des Doukkala (Maroc occidental) m'a surpris car, depuis 16 ans que je m'y trouve, je n'y ai pas constaté un seul cas de fièvre récurrente et je ne sache pas qu'aucun de mes confrères ait jamais diagnostiqué cette maladie. J'ai alors pensé que les nombreux spirochètes des Ornithodores des terriers ne pouvaient être pour l'homme des spirochètes *récurrents:* j'a-

---

(1) Les articles de MM. Synge et Glauert, cités dans la Note précédente, m'avaient échappé; aussi je m'excuse de ne pas les avoir mentionnés dans ma première Note.

(2) Séance du 26 août 1929.

(3) Delanoë, *Comptes rendus*, 188, 1928, p. 1013.

été ainsi amené à rechercher sur l'homme le pouvoir pathogène de quelques spirochètes d'Ornithodores des terriers et du spirochète de Mansouria de Nicolle et Anderson. Mes présomptions ont été entièrement justifiées, ainsi qu'en témoignent les résultats de mes recherches, sommairement consignées ici.

Observation I. — Action sur l'homme du spirochète isolé d'Ornithodores du terrier du porc-épic n° 1. Un homme d'une vingtaine d'années reçoit dans chaque œil une goutte de sang de cobaye contenant d'assez nombreux spirochètes. Au 8e jour, poussée fébrile très nette d'une durée de 48 heures, avec présence dans le sang de très rares spirochètes. Aucune rechute; le sang ne montre plus de spirochètes et n'infecte pas le cobaye.

Observation II. — Sensibilité d'une femme indigène d'une trentaine d'années au spirochète d'un terrier de porc-épic situé à 25^{km} de Mazagan. On inocule sous la peau du bras droit une demi-goutte de sang de cobaye riche en spirochètes et dilué dans $0^{cm^3},5$ d'eau physiologique citratée. Au 8e jour accès fébrile très net, mais tellement passager qu'il ne dura même pas 24 heures, avec présence de très rares spirochètes dans le sang. Comme dans le cas précédent, pas de rechute, guérison sans traitement.

Observation III. — Sensibilité d'un indigène de 35 ans au spirochète d'un terrier de porc-épic situé à Douar-Daja. On inocule sous la peau du bras, dilués dans 1^{cm^3} d'eau physiologique citratée, quatre gouttes de sang de cobaye contenant d'assez nombreux spirochètes. La dose est forte et le malade, très maigre, est en état de moindre résistance. Malgré cela, on n'observe, au 8e jour, qu'un accès fébrile qui dure moins de 48 heures; les spirochètes n'ont pu être décelés que par inoculation du sang du malade à des cobayes; ils existaient encore 5 et 13 jours après la poussée fébrile; il n'y a pourtant pas eu de récurrence. Guérison sous aucun traitement.

Observations IV et V. — Sensibilité de l'homme aux spirochètes de Mansouria, fournis très aimablement par le professeur Ch. Nicolle ([1]).

J'inocule d'abord un mendiant, âgé de 50 à 55 ans, sous la peau du bras gauche avec une petite goutte de sang de cobaye contenant de non rares spirochètes. Toujours au bout d'une semaine, accès fébrile fort net qui dure 48 heures, sans spirochètes visibles dans le sang; le sang est infectant 3 jours après la chute fébrile, mais ne l'est plus 9 jours après. Il se produit néanmoins, 13 jours après cette chute, une poussée à 39°, 8 qui ne dure que la journée et que je crois devoir rapporter à une infection intestinale.

Chez l'autre indigène, inoculé sous la peau du bras avec une petite goutte de sang de cobaye contenant des spirochètes non rares, il y a eu accès fébrile de moins de 3 jours, sans reprise fébrile : le sang, infectant le 2e jour de l'accès fébrile, ne l'était plus le 5e et le 10e jour après la chute fébrile. Il n'y a donc sûrement pas de récurrence.

Nous concluons que le spirochète de Mansouria n'est rien autre qu'un spirochète des terriers du Maroc. L'étude des phénomènes d'immunité,

---

([1]) C. Nicolle et C. Anderson, *Comptes rendus*. 186, 1928, p. 991.

tant directe que croisée, nous a également fourni les mêmes résultats. Aussi n'y a-t-il pas lieu de s'étonner que nous ayons pu vacciner contre le virus de Mansouria la femme indigène qui fait l'objet de l'observation II et qui a reçu d'abord le virus des terriers de porc-épic : 3 mois après cette inoculation, cette femme reçoit impunément sous la peau du bras une petite goutte de sang de cobaye contenant d'assez nombreux spirochètes de Mansouria.

Notre conclusion est que spirochète de Mansouria et spirochètes des Ornithodores n'ont rien à voir avec le spirochète espagnol aussi bien qu'avec les spirochètes rencontrés à Rabat et à Kenitra par Hornus et Chaubet. La grave maladie déclanchée par le spirochète espagnol et par le spirochète isolé par Hornus avec ses implacables récurrences, sa longue durée fébrile et ses complications fréquentes, n'a rien de comparable avec la poussée fébrile unique due aux spirochètes des Ornithodores des terriers et qui est si peu grave qu'elle guérit sans aucun traitement et ne nécessite même pas de convalescence (¹).

Il y a donc au Maroc au moins 3 spirochètes pathogènes pour l'homme :

1° Le spirochète récurrent mondial, *Sp. recurrentis* (Lebert 1874);

2° Le spirochète récurrent du type espagnol, *Sp. hispanicum* S. de Buen 1926, ou un spirochète très voisin;

3° Enfin le spirochète non récurrent des Ornithodores des terriers, *Sp. marocanum* C. Nicolle et Anderson 1928, *emend.* Delanoë 1929.

La séance est levée à 15h15m.

A. Lx.

(¹) Le détail de nos expériences paraîtra dans un autre Recueil.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 9 SEPTEMBRE 1929.

PRÉSIDENCE DE M. Louis BOUVIER.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

THÉORIE DES MARÉES. — *Sur les ondes de Poincaré dans un canal tournant.* Note [1] de M. E. Fichot.

1. H. Poincaré [2] a montré que l'équation générale de la propagation des ondes-marées dans un canal régulier indéfini, animé d'un mouvement de rotation, admettait d'autres solutions que les ondes signalées tout d'abord par Lord Kelvin et dont j'ai, par la suite, étudié en détail les interférences dans diverses Notes de ce Recueil [3]. Mais les caractères sommairement attribués par Poincaré aux nouvelles ondes demandent à être précisés et même rectifiés sur certains points; de plus, ils concernent deux types de mouvements qu'il est nécessaire de distinguer soigneusement.

Je conserverai ici les notations de Poincaré, à cela près que je représenterai respectivement par c et γ les inverses homogènes à une vitesse, de ses quantités α et β; c'est-à-dire qu'on aura

$$\frac{1}{\gamma^2} + \frac{1}{c^2} = \left(1 + \frac{4\omega^2}{\lambda^2}\right)\frac{1}{gh}. \tag{1}$$

Sur les deux rives $y = 0$, $y = b$ du canal, les équations de condition *ne sont compatibles que si l'on a*

$$\frac{A}{B} = \frac{\dfrac{\lambda}{\gamma} - \dfrac{2\omega}{c}}{\dfrac{\lambda}{\gamma} + \dfrac{2\omega}{c}} = \frac{\dfrac{\lambda}{\gamma} - \dfrac{2\omega}{c}}{\dfrac{\lambda}{\gamma} + \dfrac{2\omega}{c}} e^{-\frac{2\lambda b}{\gamma}}. \tag{2}$$

---

(1) Séance du 2 septembre 1929.

(2) Poincaré, *Leçons de Mécanique céleste*, 3, p. 126.

(3) *Comptes rendus*, 174, 1922, p. 743; 176, 1923, p. 1292; 178, 1924, p. 1059; 184, 1927, p. 253.

L'onde de Kelvin (onde plane se propageant suivant l'axe avec la célérité $c=\sqrt{gh}$) étant écartée, il reste la solution de Poincaré, correspondant à

$$\lambda b = m i \pi \gamma, \tag{3}$$

m étant un entier quelconque.

Dans ce cas, γ est réel, au lieu d'être purement imaginaire comme λ, et si nous prenons $\lambda = i\mu$, la fonction cotidale relative à une onde de Poincaré a pour expression générale

$$\varphi = \mathrm{A}\, e^{i\mu\left(t-\frac{x}{c}\right)}\left[\left(\frac{im\pi}{b}-\frac{2\omega}{c}\right)e^{\frac{im\pi}{b}y}+\left(\frac{im\pi}{b}+\frac{2\omega}{c}\right)e^{-\frac{im\pi}{b}y}\right], \tag{4}$$

la constante A pouvant toujours être prise réelle, par un choix convenable de l'origine du temps.

En changeant c en $-c$, on a encore une onde de Poincaré. Seulement, *suivant que c est réel ou imaginaire*, on obtient deux espèces d'ondes bien différentes.

2. *c réel : Ondes de Poincaré de première espèce.* — Pour que c soit réel, il faut que l'on ait

$$\mu^2 > 4\omega^2 + \frac{m^2\pi^2 gh}{b^2},$$

condition qui sera d'autant plus aisément réalisée, pour une onde de rang m donné, que la largeur du canal sera plus grande et sa profondeur plus faible.

La fonction φ se met alors immédiatement sous la forme

$$\varphi = 2\mathrm{A}\left(\frac{m\pi}{b}\cos\frac{m\pi y}{b} - \frac{2\omega}{c}\sin\frac{m\pi y}{b}\right)e^{i\mu\left(t-\frac{x}{c}+\frac{\pi}{2\mu}\right)},$$

et, en ayant égard aux relations générales qui font dépendre de φ la marée ζ et les composantes u, v du déplacement horizontal, et représentant par K la constante $\frac{2\mathrm{A}\mu^2}{g}$, on obtient pour l'onde de première espèce [ce type de mouvement intervient dans la réflexion irrégulière d'une onde de Kelvin (G.-I. Taylor, *Proceed. London Math. Soc.*, 1922)] :

$$\zeta = \mathrm{K}\left(\frac{m\pi}{b}\cos\frac{m\pi y}{b} - \frac{2\omega}{c}\sin\frac{m\pi y}{b}\right)e^{i\mu\left(t-\frac{x}{c}+\frac{\pi}{2\mu}\right)},$$

$$u = \frac{g\mathrm{K}}{\mu}\left(\frac{m\pi}{bc}\cos\frac{m\pi y}{b} - \frac{2\omega}{gh}\sin\frac{m\pi y}{b}\right)e^{i\mu\left(t-\frac{x}{c}\right)},$$

$$v = -\frac{g\mathrm{K}}{\mu^2}\left(\frac{m^2\pi^2}{b^2}+\frac{4\omega^2}{gh}\right)\sin\frac{m\pi y}{b}\,e^{i\mu\left(t-\frac{x}{c}+\frac{\pi}{2\mu}\right)}.$$

Ainsi, contrairement à l'affirmation trop générale de Poincaré, *la phase ne dépend pas de y* et l'onde de première espèce est, comme l'onde de Kelvin, une onde plane se propageant suivant l'axe ; seulement, sa célérité c, déduite de (1) et (3), ne dépend plus uniquement de la profondeur, mais encore de la période, de la vitesse de rotation et de la largeur du canal.

Toute parallèle aux rives est ligne d'égale amplitude ; celles de ces lignes, espacées de $\frac{b}{m}$, qui sont définies par

$$\operatorname{tang} \frac{m\pi y}{b} = \frac{mc\pi}{2\omega b},$$

sont des lignes *nodales* : elles sont équidistantes des lignes de maximum d'amplitude.

A tout instant, la surface libre est coupée par chaque section verticale parallèle aux rives suivant une sinusoïde de longueur d'onde $\frac{2c\pi}{\mu}$ et par chaque section normale suivant une sinusoïde de longueur $\frac{2b}{m}$.

Toutes rectilignes dans l'onde de Kelvin, les trajectoires des molécules, dans l'onde de Poincaré de première espèce, sont des ellipses dont les axes restent toutefois parallèles aux axes de coordonnées, leurs dimensions ne dépendant que de y. Ces ellipses se réduisent :

a. A des droites parallèles aux rives sur les droites

$$y = n\frac{b}{m} \qquad (n = 0, 1, 2, \ldots, m),$$

qui sont lignes de mouvement ;

b. A des droites perpendiculaires aux rives sur les droites

$$y = \frac{b}{m\pi} \operatorname{arc\,tang} \frac{m\pi gh}{2\omega bc};$$

c. A des cercles sur les droites cycliques

$$y = \frac{b}{m\pi} \operatorname{arc\,tang} \frac{m\pi}{bc\left[\frac{2\omega}{gh} + \mu\left(\frac{1}{gh} - \frac{1}{c^2}\right)\right]}.$$

Il n'existe pas de points morts.

On vérifie aisément la relation de proportionnalité

$$\frac{\tau}{\zeta} = \frac{\omega}{h}$$

entre le tourbillon du mouvement horizontal et la marée.

3. Changeant c en $-c$, on a une onde de Poincaré se propageant en sens inverse de la première. Le mouvement résultant ne paraît pas avoir encore été étudié. Parmi les particularités intéressantes qu'il présente, je me bornerai à signaler ici l'existence de deux réseaux distincts de points amphidromiques.

Si l'on pose, en effet,

$$\beta = \text{arc tang}\frac{2\omega b}{mc\pi}, \qquad \frac{A'}{A} = \rho, \qquad \mathcal{A} = 2A\left(\frac{m^2\pi^2}{b^2} + \frac{4\omega^2}{c^2}\right)^{\frac{1}{2}},$$

on peut toujours, par un choix convenable de l'axe des y et de l'origine du temps, mettre la fonction cotidale sous la forme

$$\varphi = \mathcal{A}\left[\cos\left(\frac{m\pi y}{b} + \beta\right)e^{i\mu\left(t - \frac{x}{c} + \frac{\pi}{2\mu}\right)} + \rho\cos\left(\frac{m\pi y}{b} - \beta\right)e^{i\mu\left(t + \frac{x}{c} - \frac{\pi}{2\mu}\right)}\right].$$

D'où un premier réseau de points amphidromiques constitué par les intersections des droites

$$x = j\frac{c\pi}{\mu}, \qquad y = \frac{b}{m\pi}\text{arc tang}\left(\frac{1-\rho}{1+\rho}\frac{mc\pi}{2\omega b}\right) + n\frac{b}{m} \qquad (j, n \text{ entiers}).$$

Mais un second réseau est également constitué par les droites

$$x = (2j+1)\frac{c\pi}{2\mu}, \qquad y = \frac{b}{m\pi}\text{arc tang}\left(\frac{1+\rho}{1-\rho}\frac{mc\pi}{2\omega b}\right) + n\frac{b}{m}.$$

Ces réseaux, à mailles rectangulaires égales, sont décalés en x de $\frac{c\pi}{2\mu}$ et en y d'une quantité variable avec ρ et qui se réduit à $\frac{b}{2m}$ pour $\rho = 1$.

L'écheveau des lignes cotidales, fort compliqué *a priori*, se déduit assez aisément de cette répartition des points amphidromiques : la rotation des lignes est de même sens autour de tous les points d'un même réseau, avec inversion d'un réseau à l'autre.

On a ainsi dans le canal un régime amphidromique très particulier, que j'ai étudié sous le nom d'*amphidromie de Poincaré*. Fort différente de l'amphidromie de Kelvin à laquelle se rapportent mes Notes ci-dessus mentionnées, l'amphidromie de Poincaré ne comporte pas de points morts. Ici, les dimensions et orientations des orbites elliptiques des molécules dépendent généralement à la fois de x et y ; toutefois, les droites $y = n\frac{b}{m}$ restent en permanence lignes de mouvement.

L'étude du cas de c imaginaire fera l'objet d'une prochaine Note.

MYCOLOGIE MÉDICALE. — *Mycoses de l'épiderme*. Note (1) de M. **Paul Vuillemin**.

L'ordre des Arthrosporées réunit les Champignons dont la reproduction est inconnue et dont la propagation est assurée par la désarticulation des hyphes ou filaments cloisonnés en fragments courts ou arthrospores.

Nous laisserons de côté les Trichophytées.

Dans l'ordre des Arthrosporées, la famille des Mycodermacées (2) renferme de nombreux parasites de l'homme et des animaux. Ceux qui se logent dans l'épiderme causent des lésions, tantôt par l'action des hyphes allongées, tantôt par celle des articles courts (βραχύς). On a dans le premier cas, des hyphomycoses, dans le second, des brachymycoses.

Hyphomycoses. — La lésion est humide dans l'eczéma marginé, hyphomycose à *Fusoma Cruris* [*Tricophyton Cruris* Castellani, 1905 (3)]. Il s'agit bien du genre *Fusoma* dont les aleuries sont phragmosporées. La lésion est sèche dans la teigne imbriquée ou tokelau dont l'agent est le *Mycoderma concentricum* Vuill. (*Trichophyton concentricum* R. Bl., 1899), dans une affection voisine endémique chez les Indiens du Brésil, décrite par da Fonseca (1924), et imputée au *Mycoderma Roquettei* Vuill. (*Endodermophyton Roquettei* da Fonseca, 1928).

A la même série des hyphomycoses sèches, je rapporte un pityriasis blanc siégeant à la peau de la verge et du scrotum d'un médecin soignant des maladies de peau. Le Dr Dombray examina les lésions au début de cette année; un simple badigeonnage à la solution iodo-iodurée de Lugol en eut raison. Au préalable, M. Dombray avait prélevé des squames. Leur examen, effectué dans notre laboratoire, lui montra les squames traversées par de nombreux filaments à cloisons très rapprochées, dont le diamètre variait de 3 à $6^{\mu},75$; ils contenaient des chlamydospores intercalaires ou terminales ne différant pas selon leur position. Même aspect en culture sur liquide ou solide, si ce n'est que les cloisons sont plus espacées. Les spores sont souvent précédées d'un article cylindrique, renflé ou atténué, qui se vide à leur

(1) Séance du 2 septembre 1929.

(2) La famille des Mycodermacées a pour type le genre *Mycoderma* Persoon 1801, circonscrit par Desmazières en 1826. Ce nom générique ne sera pas confondu avec le nom vulgaire mycoderme, appliqué en français ou en latin à des voiles formés de bactéries aussi bien que de Champignons.

(3) Je ne mentionne pas les synonymes ultérieurs.

profit; elles atteignent 14$^{\mu}$ en germant. Je nomme l'espèce *Mycoderma Dombrayi* Vuill.

Brachymycoses. – Les brachymycoses de l'épiderme à lésion sèche sont rares. Nous en trouvons un exemple dans la teigne noire découverte par Manson au sud de la Chine, répandue dans l'Inde (Birmanie), à Ceylan, à Java et dans toute la Malaisie. Elle est causée par un Champignon nommé d'abord *Microsporon Mansoni* Castellani, 1905. Le même auteur créa pour cette espèce le genre *Foxia* (1908). Elle fut transférée successivement dans les genres *Cladosporium* (Pinoy, 1912). *Malassezia* (Verdun, 1912). Le caprice de la synonymie n'a d'autre frein que le retour aux noms de genre dont la priorité repose sur une définition basée sur des caractères botaniques précis. C'est le cas du genre *Torula* Pers., 1801, qui a des chlamydospores sombres et opaques, simples, distribuées sans ordre. Voilà pourquoi l'agent de la teigne noire doit s'appeler *Torula Mansoni* (Cast.) Vuill.

Les brachymycoses de l'épiderme sont le plus souvent humides. On y connaît des *Aleurisma*, un *Corethropsis*, un *Mycoderma*.

Le genre *Aleurisma* Link, 1809, est le type de la tribu des Aleurismées formant, avec les Mycodermées, la famille des Mycodermacées. L'aleurie qui la caractérise est mieux définie par sa forme et sa position que les chlamydospores banales; elle diffère des conidies en ce que sa déhiscence n'est pas préparée dès sa formation.

L'*Aleurisma Arloingi* Vuill. (*Acherion Arloini*, G. P. Busquet, 1889), provient de vésicules d'herpès d'un eczéma marginé siégeant à la main d'une jeune fille de Lyon. Les cultures donnent des aleuries jaunes; elles colorent en rouge vif le bouillon et le chou. L'*Aleurisma lugdunense* Vuill., 1924 (*in litt.* publié par Grigoraki), fut trouvé à Lyon dans une lésion érythémato-squameuse légèrement humide, peu exubérante, développée sous un appareil de prothèse à la face interne du genou. Les squames recueillies par le docteur Massia fournirent sur tous les milieux des cultures de couleur café au lait bientôt saupoudrées d'aleuries blanches, uninucléées, mesurant $3,33\text{-}4 \times 2\text{-}2^{\mu},25$. L'*Aleurisma Vuilleminii* Grigoraki, Fayot et Magrou, 1926, provenant d'une plaque érythémato-squameuse de la tête d'un chien, a des cultures semblables.

Dans le genre *Corethropsis* Corda, 1839, des sporophores souvent fasciculés sont compliqués de rameaux stériles, allongés en soie aiguë. Le *C. hominis* Vuill., 1913, fut découvert dans des cultures ensemencées à deux reprises par le docteur Janin avec le raclage d'un herpès marginé non vésiculeux, siégeant au poignet d'un cordonnier de Nancy rapidement guéri à la clinique du professeur L. Spillmann par le traitement ioduré. Le Cham-

pignon ne fut pas observé *in situ;* on sait que les articles courts ne sont pas faciles à déceler dans les brachymycoses. Sur carotte à 25°, on voit un duvet blanc, puis des bouquets d'un jaune d'or, disparaissant ensuite sous les touffes sporulées incolores et enfin grisâtres. Les aleuries tronquées à la base mesurent $2,4\text{-}3 \times 1,5\text{-}2^{\mu},3$.

Le 28 mai 1929, le professeur Henri Bonnin, de Bordeaux, examina un ouvrier de chai, âgé de 47 ans, présentant, à la face antérieure de l'avant-bras droit, une pustule de 1^{cm} qui était depuis plus de trois mois le siège d'une suppuration minime, mais intarissable. La lésion, indolente, laissait sourdre à la pression un pus mal lié dont les grumeaux ne montrèrent ni grains, ni spores, ni filaments. Le traitement ioduré fort amena la guérison en douze jours.

Les cultures repiquées à Nancy dans notre laboratoire par le docteur Dombray permirent de confirmer et de compléter les indications fournies par M. Bonnin. Leur couleur est saumon. Si l'ensemencement de gélose Sabouraud est fait en profondeur, la surface de la gelée est lisse et mamelonnée; si la piqûre est superficielle, les colonies mates, parfois hérissées, ont une couleur plus intense, sauf la marge peu saillante à bord découpé. Les filaments saumonés, épars ou corémiés, sont chargés d'aleuries généralement terminales, mesurant $4 \times 2,3$ et jusqu'à $10,5 \times 4^{\mu}$. Il s'agit d'une espèce nouvelle d'*Aleurisma*, que je nomme *A. salmoneum* Vuill.

Benedek (1928) isole de 18 cas chroniques et douloureux d'eczéma, de dyshydrose, d'intertrigo, un Champignon qu'il nomme *Schizosaccharomyces hominis*. L'attribution à ce genre est insoutenable. L'auteur n'a pas vu de copulation; il prend pour des asques des chlamydospores à double membrane. Son parasite doit prendre le nom de *Mycoderma hominis* Vuill.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** invite l'Académie à lui désigner un de ses membres qui occupera, dans la troisième section de la *Caisse des recherches scientifiques*, la place vacante par le décès de M. *Ch. Moureu*.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'iodure de zirconium.* Note (¹) de MM. **Ed. Chauvenet** et **J. Davidowicz**, présentée par M. G. Urbain.

L'iodure de zirconium a été signalé par divers auteurs : Dennis et Spencer (²) l'ont obtenu par l'action du gaz iodhydrique sur le zirconium; Staehler et Denk (³) ont fait agir ce même acide sur le carbure de zirconium; Venable et Baskerville (⁴) l'auraient préparé par évaporation de la dissolution de zircone hydratée dans l'acide iodhydrique.

Disons tout de suite que le produit qui se dépose quand on évapore cette solution est de l'oxyiodure de zirconium hydraté; nous reviendrons prochainement sur cette réaction.

L'un de nous (*Ann. de Chimie*, 9ᵉ série, 13, 1920) ayant montré que l'action de la chaleur sur certains oxyhalogénures a pour résultat de décomposer ces combinaisons en oxyde fixe et en sel haloïde volatil, il nous a paru intéressant de préparer l'iodure de zirconium en partant de l'iodure de zirconyle.

Nous avons donc chauffé au rouge $I^2ZrO, 8H^2O$, soit dans le vide, soit dans un courant d'hydrogène sec. L'étude détaillée de la décomposition de ce corps sera exposée dans un autre recueil; nous nous bornons à dire ici qu'une partie de l'oxyiodure hydraté se transforme en zircone et en acide iodhydrique, et qu'une autre partie semble subir la décomposition suivante :

$$2I^2ZrO, 8H^2O \rightarrow ZrO^2 + I^4Zr + 16H^2O.$$

En fait on trouve de la zircone dans la nacelle, tandis que du tétraiodure s'est volatilisé dans les parties plus froides du tube, mais ce corps s'unit avec deux molécules d'acide iodhydrique pour donner $I^4Zr, 2IH$.

Résultats analytiques.

	Trouvé.	Calculé pour $I^4Zr, 2IH$.
Zr pour 100	11,1	10,67
I »	89,2	89,09

Ainsi donc une fois de plus se manifeste la propriété qu'ont la plupart des sels halogénés de la quatrième famille des métalloïdes de se combiner avec deux molécules de l'hydracide correspondant au sel.

(¹) Séance du 2 septembre 1929.
(²) *J. Am. Chem. Soc.*, 18, 1896, p. 673.
(³) *D. Chem. Ges.*, 37, 1904, p. 1135.
(⁴) *J. Am. Chem. Soc.*, 19, 1897, p. 12.

Cet acide iodozirconique (duquel il dérive vraisemblablement des sels, dont nous allons entreprendre l'étude) se présente sous la forme d'une poudre cristalline, rouge brique; il est soluble dans l'eau, laquelle le décompose instantanément en iodure de zirconyle. La chaleur le scinde facilement en ses constituants et l'on a de la sorte l'iodure de zirconium :

Résultats analytiques.

	Trouvé.	Calculé pour I^4Zr.
Zr pour 100	15,4	15,2
I »	84,5	84,8

Cet iodure est blanc; il cristallise en aiguilles fines; il est soluble dans l'eau, avec laquelle il donne l'oxyiodure.

Nous venons de dire que l'iodure de zirconyle hydraté subit simultanément, par l'action de la chaleur, deux modes de décomposition; or le taux de la réaction tendant à produire l'iodure est faible, ce qui est fâcheux du point de vue de la valeur pratique de cette préparation ([1]).

Nous avons cherché d'autre part à obtenir l'iodure de zirconium par action directe. A du métal titrant 94-95 pour 100 de zirconium (le restant étant de la zircone) nous avons ajouté un excès d'iode sec; le mélange intime a été introduit dans un tube de quartz et chauffé au rouge après avoir fait le vide. Les deux corps réagissent avec un vif dégagement de chaleur. L'iodure se volatilise et de l'iode se sublime. Le mélange condensé dans les parties froides est repris par du sulfure de carbone sec, lequel dissout l'iode et laisse l'iodure inaltéré.

CYTOLOGIE. — *Une démonstration expérimentale des lois de sexualisation cytoplasmique.* Note ([2]) de M. **Ph. Joyet-Lavergne**, transmise par M. d'Arsonval.

Les recherches sur les caractères chimiques de la sexualisation cytoplasmique nous ont montré que, dans un organisme, la polarisation des cellules

([1]) Il ne faut pas espérer que l'on puisse améliorer le rendement, car nous avons vérifié qu'il est impossible d'obtenir l'iodure de zirconyle anhydre.

([2]) Séance du 26 août 1929.

vers l'un ou l'autre sexe se trouve en corrélation avec un ensemble de conditions physico-chimiques assez précises. Quelques-unes de ces conditions ont été exprimées par les énoncés ci-dessous :

PREMIÈRE LOI : *La valeur du potentiel d'oxydo-réduction* (rH) *intracellulaire est un caractère de sexualisation du cytoplasme; dans une espèce, les cellules polarisées dans le sens femelle ont un* rH *inférieur à celui des cellules polarisées dans le sens mâle* (¹).

DEUXIÈME LOI : *Les différences de nature et de proportions dans les réserves lipoïdes et graisses constituent un caractère de sexualisation du cytoplasme; les cellules polarisées dans le sens femelle acquièrent des réserves en graisses qui réduisent l'acide osmique, les réserves des cellules qui donneront les gamètes mâles n'ont pas cette qualité* (²).

Depuis la publication de ces propositions, nous avons apporté diverses constatations montrant que les énoncés ci-dessus étaient bien l'expression de caractères très généraux de la sexualité. Cette opinion a reçu une confirmation très importante par les résultats des recherches de Chodat et Schopfer (³). Ces savants cytologistes, dans leurs travaux sur la sexualité du *Mucor hiemalis* ont appliqué l'énoncé de la deuxième loi de sexualisation pour attribuer d'une façon définitive le sexe femelle à la race (+) du mucor étudié.

Il reste cependant à apporter une démonstration expérimentale des lois. Il serait illusoire de chercher à simplifier le problème en essayant de trouver pour chaque énoncé une démonstration indépendante. Il existe une liaison intime entre les deux énoncés et nous nous sommes demandé (⁴) si les transformations chimiques (2ᵉ loi) n'étaient pas une conséquence des différences d'état physique (1ʳᵉ loi), nous devons donc envisager le problème dans son ensemble. Il peut se concevoir de la façon suivante : Introduire dans un organisme les modifications du métabolisme exprimées, de façon à le placer dans des conditions nouvelles au point de vue de la polarisation des cellules sexuelles et voir si le comportement de ces cellules se trouvera modifié dans le sens prévu par les lois. Si, par exemple, on apporte à l'or-

---

(¹) PH. JOYET-LAVERGNE, *Comptes rendus*, 182, 1926, p. 1555.

(²) PH. JOYET-LAVERGNE, *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 293.

(³) R. CHODAT et W. H. SCHOPFER, *C. R., Soc. phys. et Hist. nat. Genève*, 44, 1927, p. 176.

(⁴) P. JOYET-LAVERGNE, *Rev. gén. Sciences pures et appl.*, 38, 1927, p. 141.

ganisme : 1° une diminution du rH intracellulaire et 2° une augmentation du matériel en graisse à la disposition des cellules, la polarisation des cellules dans le sens mâle devra se trouver fortement gênée. Il est difficile d'imaginer par quel mécanisme expérimental on peut introduire les deux modifications proposées mais il se trouve que l'état de carence en vitamine B apporte de semblables perturbations.

Les travaux de Abderhalden, Anderson et Kulp, Asada, Chahovitch, Farmer et Redenbaugh, Kartascheffsky, Skarynska-Gutowska, Ramoino, montrent qu'il y a un abaissement de métabolisme dans l'organisme carencé. Les recherches de Bickel, Brandon et Cooper, Kauffman-Costa, Magne et Simonnet, Mme Randoin et Simonnet, Rosenwald, Schimizu, Shinoda, Turobinski, permettent de conclure à une diminution du pouvoir oxydant des tissus, en particulier vis-à-vis des glucides. Des résultats obtenus par Abderhalden et ses collaborateurs Gellhorn, Schmidt, Wertheimer, par Ahlgreen, Draganesco, Hess, Mme Randoin et ses collaborateurs Fabre, Lelesz, Simonnet, par Roelli, Rohr, Yaoï, se dégage aussi la notion d'un amoindrissement du pouvoir d'oxydation intracellulaire. Ainsi les trois catégories de résultats obtenus par ces divers travaux montrent que tout se passe dans l'organime carencé comme si l'on avait provoqué expérimentalement un abaissement du rH intracellulaire.

Au point de vue du métabolisme des graisses dans l'organisme en avitaminose B toutes les conclusions des auteurs sont concordantes. Les recherches de Asada, Ciaccio et Jemma, Collazo et Bosch, Collazo et Munilla, Iwatzuru, Lawaczeck, Nishikata, Ogata, Palladin et Kudrjawzewa montrent l'existence d'une hyperlipémie qui place les cellules de l'organisme carencé dans des conditions nouvelles au point de vue de leur nutrition en lipides.

Si les lois de sexualisation sont exactes, la carence en vitamine B ayant réalisé dans l'organisme l'ensemble de perturbations qui rend la polarisation des cellules dans le sens mâle particulièrement difficile, nous devons pouvoir constater des troubles dans la genèse de ces cellules. Les diverses constatations faites à ce sujet sont parfaitement concordantes.

Les travaux de Allen, Drummond, Findlay, Funk et Douglas, Gotta, Houlbert, Lomba, Mc. Carrison, Meyerstein, Parkes et Drummond, Portier, Souba, Wilkins et Dutcher permettent de dégager la conclusion générale suivante : Parmi toutes les cellules de l'organisme en état d'avitaminose B ce sont les cellules polarisées dans le sens mâle qui sont les premières

atteintes et le plus fortement frappées. Ainsi l'étude des troubles apportés par la carence en vitamine B nous apporte une véritable démonstration expérimentale des lois de sexualisation cytoplasmique.

La séance est levée à $15^h 15^m$.

A. Lx.

ERRATA.

(Séance du 7 janvier 1929.)

Note de M. *A. Kovanko*, Sur l'approximation des fonctions presque périodiques généralisées :

Page 142, ligne 20 et dans la ligne du bas de la page, *au lieu de* $[f(x)]^5$, *lire* $[f(x)]^p$.

(Séance du 12 août 1929.)

Note de M. *N. P. Pentcheff*, Sur la détermination quantitative du néon dans les gaz naturels :

Page 323, ligne 17, *au lieu de* $4^{cm^3},14$, *lire* $5^{cm^3},14$; ligne 19, *au lieu de* $2^{cm^3},60,75$, *lire* $2^{cm^3},6075$.

(Séance du 26 août 1929.)

Note de M. *William Bowie*, Au sujet des prismes verticaux de la Terre ayant même masse :

Page 352, dernière phrase, *au lieu de* il semble que l'action des matériaux..., *lire* il semble que la masse des matériaux situés au-dessous de l'écorce, soumise à l'action d'une longue et continuelle pression dans le cours des âges géologiques, doit être considérée comme un fluide et doit obéir aux lois d'équilibre des liquides.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 16 SEPTEMBRE 1929.

PRÉSIDENCE DE M. HENRI DESLANDRES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Champ magnétique du Soleil, général et extérieur.* Note de M. **H. Deslandres.**

Le champ magnétique général du Soleil, au-dessus de la surface et de la chromosphère, et donc dans la couronne, nous intéresse tout particulièrement; car nous subissons directement son influence. Il courbe les jets de particules électrisées, qui nous sont envoyés par le Soleil.

J'ai donné en mai 1911, et confirmé dans plusieurs Notes ultérieures, la valeur moyenne de ce champ qui est extrêmement petit, de l'ordre de 10^{-7} gauss, et qui, de plus, a dans l'ensemble un sens opposé à celui de la Terre ([1]). La mesure est appuyée sur les épreuves de vitesse radiale des protubérances, faites à Meudon depuis 1900; et en particulier sur les épreuves de protubérances hélicoïdales, dont les vitesses radiales, à des hauteurs croissantes au-dessus du bord solaire, sont alternativement positives ou négatives. Les protubérances, formées d'atomes ionisés, sont courbées et déviées à leur base dans le sens de la rotation de l'astre; et leurs filets décrivent des spires d'hélice, dont le relevé et les vitesses radiales décèlent le champ magnétique. Sa méthode s'applique à presque tous les champs, et, dans le cas des corps célestes, à des champs excessivement petits.

D'autre part, Hale et les astronomes du Mont Wilson ont annoncé en 1913 un champ magnétique général du Soleil, qui est tout différent. Le sens est celui du champ terrestre, et l'intensité est énormément plus grande, 25 gauss

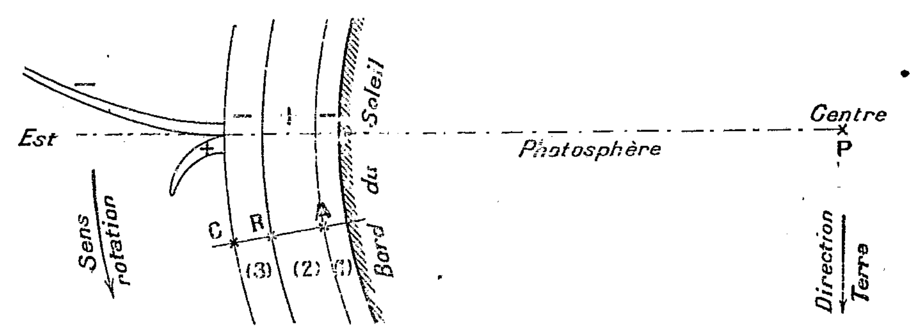
---

([1]) Voir *Comptes rendus*, 152, 1911, p. 1433 et 1541; 153, 1911, p. 10 et 221; 155, 1912, p. 1573; 157, 1913, p. 157; 183, 1926, p. 165.

à l'équateur. Ce champ intense est, il est vrai, confiné dans une région tout autre du Soleil; il a été reconnu dans la partie la plus basse de la chromosphère, et il diminue rapidement lorsqu'on s'élève dans la couche renversante; il serait réduit à 10 gauss à une hauteur de 200^{km}, ou même à une hauteur bien moindre. Le champ est déduit d'un effet Zeeman, qui, même avec les appareils très puissants du Mont Wilson, est extrêmement petit pour 25 gauss, et devient inappréciable lorsque l'on descend à 10 gauss. La méthode est en défaut pour les champs magnétiques inférieurs à 10 gauss.

La grande différence entre les deux champs a paru peu admissible à plusieurs astrophysiciens. En fait, les astronomes du Mont Wilson ne mentionnent pas dans leurs Mémoires le champ très faible annoncé à Meudon, et Hale a écrit que la méthode Zeeman était seule capable de déceler à distance un champ magnétique. J'ai réfuté ces objections en 1913. Puis la guerre, l'insuffisance du personnel et d'autres recherches m'ont détourné d'une étude plus approfondie des protubérances solaires. J'ai écrit seulement que les protubérances hélicoïdales, examinées ultérieurement, conduisaient aussi, comme les précédentes, à un champ magnétique général très faible et de l'ordre de 10^{-7} gauss.

Coupe du Soleil suivant un plan perpendiculaire à l'axe de rotation projeté en P.



Cette coupe montre les couches successives de l'atmosphère avec le signe de leur charge électrique et aussi les protubérances à particules positives, les jets coronaux à particules négatives qui sont représentés sortant de l'atmosphère supérieure, mais qui en réalité émanent de couches plus basses. On a augmenté à dessein les épaisseurs des couches pour les rendre plus visibles.

Or, récemment, des publications fort intéressantes de Chapman et d'Evershed ([1]), dont j'ai eu connaissance le mois dernier, apportent un appui sérieux à mes premiers résultats, et je suis conduit à présenter

([1]) Chapman, *Monthly Notices*, 88, 1928, p. 57 et 80. — Evershed, *Monthly Notices*, 85, 1925, p. 607; 88, 1927, p. 126; 89, 1929, p. 250.

quelques remarques et quelques faits nouveaux qui se rapportent au phénomène.

Tout d'abord je reproduis un dessin, inséré dans une Note des *Comptes rendus* du 6 octobre 1913, puis dans une autre Note du 19 juillet 1926, qui montre clairement les effets de ce champ magnétique très faible, au moins dans le plan équatorial de la couronne. On avait admis dans la chromosphère trois couches successives (1), (2) et (3) dont les charges électriques étaient négative, positive et négative, la charge totale résultante étant positive. Or la rotation de ces charges donne naissance à des champs magnétiques. En A, près de la surface, le champ est la somme de deux champs magnétiques de même signe et donc est élevé; c'est le champ du Mont Wilson; mais, au bord supérieur de la chromosphère en C, le champ est la résultante de deux champs contraires et peut être très faible, comme on l'a constaté à Meudon. Cette explication de 1913 a l'avantage d'être simple.

Chapman, dont l'étude est surtout théorique, prend la question d'une autre manière. Il admet comme un fait d'expérience le champ magnétique élevé de la couche renversante, sans s'inquiéter de son origine, et il recherche seulement la cause de sa diminution rapide avec la hauteur. Tous les ions et électrons mobiles de la chromosphère sont déviés par le champ ; mais de leur trajectoire déviée, résulte un champ complémentaire opposé au précédent. Bref, en faisant le calcul, Chapman trouve que le champ magnétique résultant doit être nul ou très petit à la partie supérieure de la chromosphère. L'étude théorique conduit aux mêmes conclusions que l'étude expérimentale.

Sur le dessin, deux jets de particules électrisées partent de la chromosphère; et le jet positif, courbé dans le sens de la rotation, est une protubérance. Pour des raisons diverses, en 1913, j'avais conclu que l'atome du calcium dans la protubérance devait être ionisé et positif. Or, depuis, l'étude des spectres dans le laboratoire a apporté sur ce point des preuves décisives; les raies H et K du calcium dans les protubérances sont dues certainement à l'atome Ca^+.

En 1911, le relevé des épreuves de vitesse radiale de 1908 (1846 petits spectres) avait montré que, neuf fois sur dix, les protubérances de cette année étaient courbées dans le sens de la rotation. De plus, certaines protubérances hautes, déviées à la base dans le sens de la rotation, sont déviées plus haut en sens contraire. Les deux faits s'expliquent parfaitement bien par un champ magnétique faible et inverse de celui de la Terre.

Il convenait d'étendre la recherche à d'autres années; ce qui a été réalisé de 1925 à 1929 par Evershed avec une grande précision. Evershed s'est borné aux protubérances dites quiescentes et demi-quiescentes et il a mesuré les mouvements radiaux de 61 proéminences de 1908 à 1911, de 92 de 1926 et de 289 de 1928. Pour ces trois séries d'épreuves, le résultat est le même; on constate un accroissement notable de la vitesse angulaire de rotation et à des hauteurs relativement faibles (46″ et 30″ en moyenne) au-dessus de la photosphère. Cette confirmation est précieuse, et il faudra vérifier si elle se maintient pour les 11 années d'une période solaire.

Cependant les protubérances de Ca^{+}, dites hélicoïdales, sont les plus intéressantes; car elles impliquent un champ magnétique et permettent de le mesurer. Leur étude est plus facile depuis 1919, les images de notre grand spectrohéliographe ayant été notablement améliorées. Nous avons écarté avec soin tous les troubles que peut subir le faisceau lumineux solaire dans le voisinage du cœlostat, et surtout dans le trajet horizontal du cœlostat au spectrohéliographe; ce qui a été fort bien réalisé par l'astronome d'Azambuja ([1]). On peut alors mieux distinguer et mieux suivre les filets gazeux qui forment les protubérances, et s'attacher aux filets hélicoïdaux bien isolés, comme il a été recommandé en 1913.

Si l'on considère tous les filets bien visibles, la plupart ne présentent qu'une fraction de pas d'hélice, et l'on peut en inférer que, dans l'ensemble, le champ magnétique extérieur est souvent inférieur à 10^{-7}. D'ailleurs, comme il est très petit, il est aisément modifié par des influences locales, et ses variations relatives d'un point à l'autre de la protubérance peuvent être notables. Ces remarques, qui s'appliquent aussi au champ électrique dont le rôle est à considérer, ont été présentées déjà en 1913.

J'ai sous les yeux les protubérances photographiées avec un bon ciel les 2, 3 et 4 septembre 1929 : plusieurs montrent des spires hélicoïdales bien nettes; et la direction du champ magnétique, indiquée par l'axe de ces spires, est à peu près celle du champ terrestre à la même latitude, ce qui n'est pas toujours le cas. A une hauteur notable au-dessus de la chromosphère, dans la couronne, les perturbations locales sont moindres, et j'estime que le champ magnétique extérieur doit y être beaucoup plus régulier.

([1]) Avec toutes ces précautions, j'estime qu'un cœlostat à faisceau horizontal peut donner des images au moins aussi bonnes que le tower telescope du Mont Wilson, plus coûteux et beaucoup moins commode pour les recherches.

D'autre part, dans la couronne, on a les jets coronaux, formés d'électrons rapides, qui, dirigés vers la Terre, y produisent les aurores boréales et les orages magnétiques. Ils sont représentés sur le dessin, légèrement déviés par rapport à la verticale, et en sens inverse de la rotation. Or, on a reconnu déjà que cette déviation, imposée par le champ magnétique de 10^{-7}, explique bien le retard de nos orages magnétiques par rapport au passage des grosses taches dans le méridien central du Soleil. De plus, Störmer, en partant de la couronne du minimum de taches et de ses jets polaires caractéristiques, a recherché le champ magnétique général, qui, agissant sur les électrons émis par le Soleil, donnerait les mêmes apparences, et il a trouvé un champ de l'ordre de 10^{-7}.

Le champ magnétique extérieur, très faible, annoncé en 1911, se présente aujourd'hui appuyé sur des preuves et vérifications déjà nombreuses.

J'ai déjà réclamé un organisme spécial pour la mesure très longue des nombreuses épreuves solaires de vitesses radiales, réunies à Meudon et pour la reconnaissance journalière de ce champ extérieur.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Caractères physiologiques présentés par le* Sterigmatocystis nigra *en inanition de zinc et de fer.* Note de M. **Marin Molliard**.

J'ai mis en évidence antérieurement les modifications qui surviennent dans le chimisme du *Sterigmatocystis nigra* lorsqu'on vient à déséquilibrer le milieu de culture; c'est la même question sur laquelle je reviens dans cette Note en ce qui concerne plus spécialement le fer et le zinc.

Sur le liquide de culture témoin (identique à celui que j'ai utilisé précédemment, à cette différence près que la dose de saccharose était double de celle qui correspond au milieu optimum) les caractères essentiels présentés par le *Sterigmatocystis nigra* sont les suivants : le maximum de poids de substance sèche est atteint, pour 150^{cm^3} de liquide et à la température de 36°, au bout de 2 jours $\frac{2}{3}$ environ, avec une valeur moyenne de 6^g; le liquide de culture n'acquiert jamais qu'une coloration pâle de très faible intensité durant la phase constructive du mycélium; la réaction de Berg (acides-alcools) n'apparaît, très légère d'ailleurs, que vers le second jour; elle correspond à la formation passagère d'une petite quantité d'acide citrique (150^{mg} environ); à aucun moment on n'observe de coloration bleue de mycélium ou du liquide sous l'action de la solution iodo-iodurée.

Les résultats sont très différents lorsque la Mucédinée se développe sur le milieu précédent auquel on ne fournit pas de zinc; le développement du mycélium est alors sensiblement ralenti, comme l'a montré Javillier; ce n'est que vers le 5e jour que se trouve acquis le maximum de poids de substance sèche, dont la valeur (5^g) n'est d'ailleurs pas très différente de celle qui est obtenue dans la culture témoin. Dans la période qui correspond à l'utilisation du sucre on observe une production importante (600^{mg}) d'acide citrique qui disparaît ensuite rapidement et fait place à de l'acide oxalique de neutralisation.

Le liquide de culture, d'abord incolore (3 jours), devient d'un jaune très pâle (5 jours), puis la coloration jaune d'or s'accentue jusque vers le 25e jour pour devenir d'un brun pâle; on est alors en présence d'un mélange du pigment initial jaune et d'un pigment brun qui a les propriétés de l'aspergilline, se formant si abondamment dans les cultures en liquide normal lors de la période d'autolyse; mais sans introduction de zinc cette aspergilline, précipitable par les acides forts, ne se développe jamais de façon intense et le liquide reste toujours limpide. Je n'ai jamais observé d'autre part de coloration bleue du mycélium ni du liquide par l'addition de la solution iodo-iodurée.

Lorsque c'est le fer qu'on omet de fournir au milieu de culture la vitesse du développement est encore plus réduite et ce n'est que vers le 8e jour que le sucre est entièrement utilisé; le poids de la substance sèche élaborée est alors sensiblement égal à celui qu'on observe en l'absence de zinc; il apparaît, comme dans le cas précédent, une quantité très appréciable d'acide citrique, dont le maximum (650^{mg}) est réalisé au bout de 5 jours; Mazé avait signalé un fait de même ordre en ce qui concerne les cultures de *Citromyces* développées en l'absence de fer.

On retrouve dans le liquide, lors de l'autolyse du mycélium, les deux mêmes pigments que pour les cultures privées de zinc, mais l'aspergilline est ici beaucoup plus abondante que précédemment et le zinc apparaît comme jouant un rôle prépondérant dans sa formation. D'autre part, le liquide prend, vers le 3e jour, en présence de l'iode une coloration d'un bleu pur intense, correspondant à la formation d'un dérivé soluble de la cellulose et en relation avec l'acidité du milieu.

Si l'on vient à priver le milieu de culture à la fois de zinc et de fer les résultats précédemment obtenus se trouvent naturellement exagérés; le mycélium se développe avec une allure normale jusque vers le 3e jour, puis il y a ralentissement très accentué dans la production de matière sèche et ce n'est

que vers le 18e jour que tout le sucre est utilisé, le poids de substance mycélienne n'atteignant alors que 3^g,4; il se produit durant cette période une quantité croissante d'acide citrique, correspondant à un poids maximum de 1^g,4.

Le liquide présente une coloration jaune vers le 25e jour, puis celle-ci vire légèrement vers le brun, l'aspergilline restant très peu abondante. Par addition d'iode on obtient vers le 7e jour une coloration d'un vert bleu sale qui, aux environs du 10e jour, devient d'un bleu foncé tirant un peu sur le vert, puis, vers le 12e jour, d'un bleu pur très intense, pour faire place (15e jour) à une coloration brun verdâtre et disparaître ensuite (18e jour); on est en présence de colorations successives correspondant à des états différents de simplification de la molécule de cellulose.

Le fait de n'introduire volontairement dans les milieux de culture aucun composé de zinc, de fer, ou de ces deux métaux à la fois, provoque donc un ralentissement très appréciable dans le développement du *Sterigmatocystis nigra;* à ce ralentissement sont liées la production d'acide citrique et la formation d'amidon soluble. Mais les conditions dans lesquelles ont été effectuées les cultures auxquelles nous venons de faire allusion sont telles qu'il peut subsister des traces des deux substances envisagées et nous nous trouvons avoir observé simplement les transformations qui proviennent d'une réduction très importante des deux métaux étudiés; qu'advient-il lorsqu'on cherche à supprimer toute trace de ceux-ci? J'ai repris les cultures du Champignon en employant comme liquide de l'eau redistillée dans le quartz, du saccharose cristallisé plusieurs fois dans de l'alcool également distillé dans le quartz, des sels recristallisés avec des précautions de même nature; les cultures, établies dans des fioles de quartz, ont été effectuées à partir de spores développées sur des milieux déjà privés de fer et de zinc.

Dans ces conditions on obtient un nouveau ralentissement dans le développement; mais le poids de la substance sèche, dont le maximum n'est réalisé qu'au bout de 30 jours environ, est encore de 2^g,7; il se produit d'autre part une quantité considérable d'acide citrique, atteignant plus de 3^g (25 jours).

N'avons-nous fait encore que réduire la quantité minime de zinc et de fer contenue dans les cultures et ne peut-on supprimer entièrement ces métaux et empêcher ainsi tout développement de la moisissure? J'ai tenté de répondre à la question en établissant des cultures successives sur le milieu précédent; le mycélium obtenu au bout de quelques jours était enlevé aseptiquement et le liquide réensemencé à l'aide de filaments mycéliens

provenant de ce premier développement; en recommençant un certain nombre de fois cette opération on pouvait espérer absorber les dernières traces restant de fer et de zinc par le jeu même des mycéliums successifs; cette méthode employée pour le potassium m'a montré qu'au bout de quatre ensemencements la Mucédinée cessait de présenter le moindre développement; dans le cas du fer et du zinc au contraire on obtenait encore une croissance notable après le dixième repiquage. Seule la vitesse de développement apparaissait dans ces conditions comme réduite, en même temps que la quantité d'acide citrique était encore accrue.

Il faut admettre ou bien qu'il est impossible, par la méthode employée, de soustraire tout le fer et le zinc du liquide, ou bien que ces métaux n'apparaissent pas comme absolument indispensables au développement du *Sterigmatocystis nigra*, leur absence modifiant simplement la rapidité des échanges nutritifs.

HYDROLOGIE. — *Étude expérimentale de l'action de l'eau d'Évian dans les néphrites provoquées*. Note (1) de MM. **A. Desgrez** et **P. Régnier.**

Dans l'étude des divers modes d'action des eaux minérales, on rencontre des difficultés provenant de ce que les éléments pathologiques peuvent varier beaucoup de forme et d'intensité d'après leurs causes, et de ce que les malades suivent rarement des régimes très comparables entre eux. Il apparaît dès lors comme désirable que des recherches expérimentales plus nombreuses soient instituées, dans le but de préciser et d'analyser ces modes d'action, en réduisant à leurs formes les plus simples les causes génératrices des troubles morbides. En nous inspirant de ces considérations, nous avons choisi, comme sujet d'étude, une eau oligo-métallique (Évian, source Cachat) dont l'observation clinique a, depuis longtemps, consacré les propriétés diurétiques. Nos expériences ont porté sur des animaux (lapins et chiens) de même sexe, de poids voisins, soumis, pour chaque série, à un régime identique. Les résultats que nous rapportons aujourd'hui ont été fournis par six séries de lapins, comprenant des sujets pesant 3^{kg} environ, chez lesquels la néphrite a été provoquée par des injections intraveineuses de nitrate d'urane. Cette forme de néphrite a déjà été étudiée, avant nous, par MM. Garnier, Schulmann et Mareck. C'est d'abord la reproduction

(1) Séance du 9 septembre 1929.

des résultats observés par ces auteurs qui nous a permis de constater les différences provoquées, dans l'évolution de ces néphrites, par l'ingestion de volumes égaux d'eau minérale, d'eau distillée ou d'eau de source. Les accidents se manifestent par une diminution du volume des urines et l'apparition, dans celles-ci, d'une certaine quantité d'albumine. On note également une azotémie, pouvant atteindre $3^g,70$ d'urée, par litre de sang, pour une dose de 3^{mg} de sel par kilogramme d'animal. Avec des doses variant de $0^{mg},75$ à 5^{mg}, les troubles morbides observés sont identiques, la survie étant indépendante de la dose injectée et la néphrite évoluant jusqu'à la mort, en des temps sensiblement égaux. On peut, d'autre part, réussir à créer une certaine accoutumance, à l'aide de doses progressives, de telle sorte qu'une dose déterminant une néphrite rapidement mortelle, chez un animal neuf, se trouvera bien tolérée par des sujets qui auront antérieurement reçu des doses non mortelles. La seule condition de succès consistera à espacer les injections par les délais nécessaires à la disparition de l'albumine urinaire. Les poussées d'albuminurie évoluent habituellement en 8 à 10 jours, pour les doses de sel d'urane indiquées plus haut.

Nous résumons les résultats essentiels d'expériences qui paraîtront avec plus de détails dans une publication spécialisée.

Bien que les volumes d'urine émis chaque jour puissent varier beaucoup, chez le lapin, même avec un régime identique, nous avons constaté que les différences se maintiennent de même sens, dans les conditions normales, et presque toujours également dans des conditions pathologiques comparables. Le symptôme *albuminurie* (albumine des 24 heures et concentration de cette substance dans 10^{cm^3} d'urine) s'est montré nettement influencé, dans le sens favorable, par l'ingestion de 50^{cm^3} d'eau minérale par animal, alors qu'une même quantité d'eau de source (eau de la Vanne, à Paris) n'a pas donné lieu à une amélioration parallèle. Avec des quantités de toxique assez faibles pour provoquer une néphrite non mortelle, par exemple, chez des animaux déjà légèrement accoutumés, les troubles morbides appréciés par l'albuminurie terminent leur évolution plus rapidement avec l'eau minérale qu'avec l'eau de source.

L'eau distillée n'a produit aucune action utile ou nuisible sur un certain nombre de sujets; pour d'autres, elle s'est montrée nettement nocive, en provoquant la formation et la sécrétion de pigments anormaux (hémoglobine et dérivés).

Pour deux séries d'expériences, renouvelées sur les mêmes sujets, avec les mêmes doses de toxique, nous avons inversé l'ordre des prises de liquide,

en administrant l'eau minérale aux sujets précédemment traités par l'eau de source ou l'eau distillée. Les résultats, suivant nos prévisions, se sont trouvés, de même, inversés, l'eau minérale manifestant encore une action favorable à l'évolution et à la durée des troubles rénaux.

Avec de très faibles doses de sel d'urane, débutant par $0^{mg},25$ par kilogramme, en injections intramusculaires, et que l'on porte, avec une progression lente, jusqu'à 1^{mg}, on peut conférer à la néphrite une allure chronique présentant ici un grand intérêt. Ce caractère des troubles rénaux paraissant acquis, l'influence de l'eau minérale a encore été de faire tomber plus rapidement l'albuminerie et d'amener, en 25 jours, le retour à l'état normal, alors que l'oligurie et l'albuminerie se sont montrées plus durables chez les sujets recevant les eaux de source ou distillée. Enfin, à l'aide d'injections d'urane fortes et répétées, nous avons réussi à donner aux accidents un caractère de gravité qui a dépassé les possibilités d'action thérapeutique de l'eau d'Évian. Ce résultat concorde avec les indications déduites des observations cliniques, car on sait que des lésions rénales d'une certaine gravité ne permettent plus l'action stimulante physiologique d'une eau diurétique.

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les points d'unicité d'un ensemble mesurable* B. Note [1] de M. **N. Lusin**, transmise par M. Hadamard.

Les points d'unicité. — Soit $\mathcal{E}$ un ensemble mesurable B situé dans l'espace $OX_1 X_2 \ldots X_m Y$. Un point M de cet ensemble est dit *point d'unicité* relativement à l'axe OY si la parallèle à l'axe OY menée par M ne coupe $\mathcal{E}$ en aucun point distinct de M. L'ensemble de tous les points d'unicité est dit l'*ensemble d'unicité* de $\mathcal{E}$ et sera désigné par $\mathcal{E}_1$.

Les propositions connues de la théorie des ensembles analytiques permettent de conclure presque immédiatement que $\mathcal{E}_1$ est un complémentaire analytique. Mais l'étude de la nature de la *projection* E_1 de $\mathcal{E}_1$ sur l'espace $OX_1 X_2 \ldots X_m$ est très délicate et déborde les méthodes connues de la théorie des ensembles analytiques.

(1) Séance du 5 août 1929.

Ce n'est que l'application du principe de séparabilité au moyen de complémentaires analytiques ([1]) qui permet de reconnaître la nature de cette projection en donnant lieu au théorème :

Théorème. — *La projection* E_1 *de l'ensemble d'unicité* $\mathcal{E}_1$ *d'un ensemble* $\mathcal{E}$ *mesurable* B *est un complémentaire analytique.*

D'autre part, on voit immédiatement que cette projection E_1 peut être un complémentaire analytique le plus général.

Le théorème indiqué a de nombreuses applications parmi lesquelles nous nous bornons à en signaler deux.

Existence effective de deux complémentaires analytiques non séparables B. — Dans une Note récente ([1]) nous avons démontré cette existence en prenant comme base le principe en question. Nous allons maintenant indiquer *directement* deux complémentaires analytiques qui ne sont pas séparables B.

Prenons une fonction $y = \varphi(x, t)$ de classe 2 de la classification de M. Baire qui donne, en attribuant à t des valeurs particulières t^0, toutes les fonctions de la variable x de classe 1 possibles.

Désignons par S la surface $y = \varphi(x, t)$ située dans l'espace OXTY. Soient S_1 et S_2 les parties de S pour lesquelles $x < \frac{1}{2}$ et $x \geqq \frac{1}{2}$. Il est évident que S, S_1 et S_2 sont mesurables B. Désignons par S', S'_1 et S'_2 les ensembles d'unicité relativement à l'axe OX de S, S_1 et S_2 respectivement. Soient E, E_1 et E_2 les projections de S', S'_1 et S'_2 sur le plan TOY; d'après le théorème précédent ces ensembles sont des complémentaires analytiques. Donc, les ensembles $\theta_1 = E \times E_1$ et $\theta_2 = E \times E_2$ sont encore des complémentaires analytiques; ils n'ont évidemment aucun point commum.

Je dis maintenant que les *complémentaires analytiques* θ_1 *et* θ_2 *ne sont pas séparables* B.

Pour le démontrer, prenons deux ensembles linéaires quelconques mesurables B, e_1 et e_2, dont l'un est le complémentaire de l'autre; nous les supposons non dénombrables. On sait que chaque ensemble non dénombrable et mesurable B peut être considéré comme l'ensemble des valeurs d'une fonction de classe 1 *à valeurs distinctes*. Donc, d'après la propriété de $\varphi(x, t)$ il existe un nombre t^0 tels que la fonction $\varphi(x, t^0)$ est à valeurs distinctes et que e_1 et e_2 sont les ensembles des valeurs de $\varphi(x, t^0)$ pour $x < \frac{1}{2}$ et $x \geqq \frac{1}{2}$ respectivement.

([1]) Voir ma Note *Sur un principe général de la théorie des ensembles analytiques* (*Comptes rendus*, 189, 1929, p. 390).

Il en résulte que la droite $t = t^0$ située dans le plan TOY coupe θ_1 et θ_2 en e_1 et e_2 précisément.

Si θ_1 et θ_2 étaient séparables B, les ensembles e_1 et e_2 seraient les sections de leurs ensembles séparatifs $\overline{\theta}_1$ et $\overline{\theta}_2$ par la droite $x = 0$, $t = t^0$. Donc, les classes de e_1 et e_2 ne surpasseraient pas celles de $\overline{\theta}_1$ et $\overline{\theta}_2$, ce qui contredit à l'hypothèse que e_1 et e_2 sont des ensembles *quelconques*.

Cas remarquable d'ensemble d'unicité. — Nous allons indiquer un ensemble $\mathcal{E}$ mesurable B dont *l'ensemble d'unicité* $\mathcal{E}_1$ *n'est situé sur aucune surface uniforme mesurable* B.

A cet effet, considérons la surface S précédemment définie et l'ensemble S′ des points d'unicité de S par rapport à l'axe OX. Nous verrons que S′ n'est situé sur aucune surface Σ uniforme, $x = f(y, t)$, mesurable B.

En effet, s'il n'en était pas ainsi, nous aurions, en coupant Σ par des plans $t = t^0$, des courbes mesurables B dont les classes ne surpassent pas un nombre transfini fixe β. Or nous avons vu qu'il existe un nombre t^0 tel que $\varphi(x, t^0)$ est une fonction de x à valeurs distinctes, et que les ensembles de ses valeurs pour $x < \frac{1}{2}$ et $x \geqq \frac{1}{2}$ sont deux ensembles mesurables B dont l'un est le complémentaire de l'autre et dont les classes sont arbitrairement élevées. Ceci nous montre qu'en considérant x, dans l'équation $y = \varphi(x, t^0)$, comme *la fonction inverse* de y, nous avons, dans le plan $t = t^0$, une courbe de classe aussi élevée que l'on veut. Et puisque cette courbe doit être une section de Σ, nous aboutissons à une contradiction.

Faisons la remarque suivante : quel que soit l'ensemble $\mathcal{E}$ mesurable B situé dans l'espace $OX_1X_2 \ldots X_mY$, on peut lui ajouter un ensemble H également mesurable B tel que les ensembles d'unicité relativement à l'axe OY de $\mathcal{E}$ et de $\mathcal{E} + H$ soient identiques, *tandis que la projection de* $\mathcal{E} + H$ *sur l'espace* $OX_1X_2 \ldots X_m$ *coïncide avec cet espace.*

Pour le voir, prenons la projection E_1 de l'ensemble d'unicité $\mathcal{E}_1$ de $\mathcal{E}$. Nous savons que E_1 est un complémentaire analytique. Donc, son complémentaire CE_1 est un ensemble analytique. Désignons par H_1 et H_2 deux ensembles mesurables B symétriques par rapport à l'espace $OX_1X_2 \ldots X_m$ et dont les projections sur cet espace coïncident avec CE_1. L'ensemble-somme $H = H_1 + H_2$ vérifie évidemment la condition énoncée.

Application aux fonctions implicites. — Nous pouvons maintenant donner l'exemple d'une équation $F(x_1, x_2, \ldots, x_m, y) = 0$, où F rentre dans la classification de M. Baire et *qui n'est vérifiée par aucune fonction uniforme* $y = f(x_1, x_2, \ldots, x_m)$ *de M. Baire bien que, pour chaque système*

$x_1^0, x_2^0, \ldots, x_m^0$, *il y ait des nombres y vérifiant l'équation proposée.* Il suffit de poser $F = 0$ sur $\mathcal{E} + H$ et $F = 1$ en dehors. En effet, s'il y avait une telle fonction f, on pourrait mener par l'ensemble d'unicité de $\mathcal{E} + H$ une surface uniforme mesurable B, ce qui n'est pas le cas.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Polarisation de la planète Mercure.* Note de M. **B. Lyot**, présentée par M. Deslandres.

J'ai montré (*Comptes rendus*, 178, 1924, p. 1796 et *Annales de l'Observatoire de Meudon*, 8, 1, p. 48) que la proportion de lumière polarisée de Mercure mesurée la nuit, au voisinage de la plus grande élongation, passe par une série de valeurs très voisines de celles qui ont été trouvées sur la Lune, pour les mêmes phases. La courbe qui représente ces variations en fonction de l'angle de vision (distance angulaire de la Terre et du Soleil vus de Mercure) n'était connue avec précision qu'entre les angles de vision 60° et 130°. Les mesures relatives aux angles inférieurs à 60°, faites nécessairement le jour, en compensant la polarisation atmosphérique, n'avaient pas donné de résultat satisfaisant à cause du trop grand éclat de l'atmosphère en plaine, près du Soleil.

J'ai pu faire quelques observations de Mercure, à l'Observatoire du Pic du Midi.

L'objectif de 25^{cm} d'ouverture de l'équatorial était diaphragmé à 18^{cm}, pour réduire l'influence de la trempe des bords et précédé d'un dispositif permettant de compenser la polarisation atmosphérique (ce dispositif a été décrit dans les *Annales de l'Observatoire de Meudon*, 8, 1, p. 28).

Grâce au faible pouvoir diffusant de l'atmosphère au-dessus du Pic, Mercure est apparu fréquemment sur un ciel très sombre. Des séries de nombreuses mesures bien cohérentes ont été obtenues sur cette planète, le 3, le 6 et le 7 août; elles ont donné des plans de polarisation perpendiculaires au plan passant par le Soleil. Les proportions de lumière polarisée trouvées ont été :

Le 3.	pour un angle de	12°15'..........	11,8 millièmes
Le 6,	»	20° 5'..........	5,9 »
Le 7,	»	22°25'..........	1,7 millième

Des mesures antérieures ont montré que, sur la Lune, pour les mêmes angles, le plan de polarisation est également perpendiculaire au plan pas-

sant par le Soleil, les proportions moyennes de lumière polarisée étant respectivement : 11,9, 5,2, 1,6.

Les écarts entre ces deux groupes de valeurs sont inférieurs aux erreurs d'observation. Ce résultat, très remarquable, n'est qu'une première indication montrant l'intérêt que présentent, pour ces recherches, les Observatoires de montagne.

J'espère pouvoir reprendre, l'été prochain, une plus longue série de mesures et obtenir la courbe de polarisation complète de Mercure.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Du rôle probable des complexes ammoniés dans l'adsorption des sels de cuivre et de nickel par l'hydroxyde ferrique.* Note (¹) de Mlle **L.-S. Lévy**, présentée par M. G. Urbain.

On a constaté (²) l'influence considérable de l'ammoniaque sur l'adsorption du *cuivre* ou du *nickel.*

De nouvelles recherches effectuées sur la phase liquide, à températures variables et sous diverses concentrations, ont confirmé que l'ammoniaque n'est pas adsorbée sur l'hydroxyde ferrique. Comme nous le constaterons par la suite, son rôle doit être attribué non seulement à la formation de complexes, mais encore à leur stabilisation. Il résulterait de cette conception que la partie du sel provenant de l'hydrolyse de l'ion complexe est seule susceptible d'être fixée.

Nous avons effectué des séries de mesures au cours desquelles les concentrations moléculaires en ammoniaque introduite variaient proportionnellement aux concentrations initiales des cations. *Les rapports étaient calculés pour permettre la formation des divers complexes ammoniés* dont l'existence peut être envisagée.

Les courbes 2, 3, 4 (*fig.* 1) se rapprochent de la courbe type d'adsorption pour les faibles concentrations en cuivre. Dès que la concentration à l'équilibre dépasse environ 3 molécules-milligrammes, les courbes présentent des anomalies. Celles-ci trouvent leur explication dans l'hypothèse d'une stabilité moindre des complexes formés aux fortes concentrations, *en présence d'une quantité insuffisante d'ammoniaque.*

Au contraire, les courbes 5, 6, 7, 8 ont l'allure des courbes types d'adsorption dans tout l'intervalle des concentrations étudiées. L'examen de ce

---

(¹) Séance du 9 septembre 1929.

(²) *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 175.

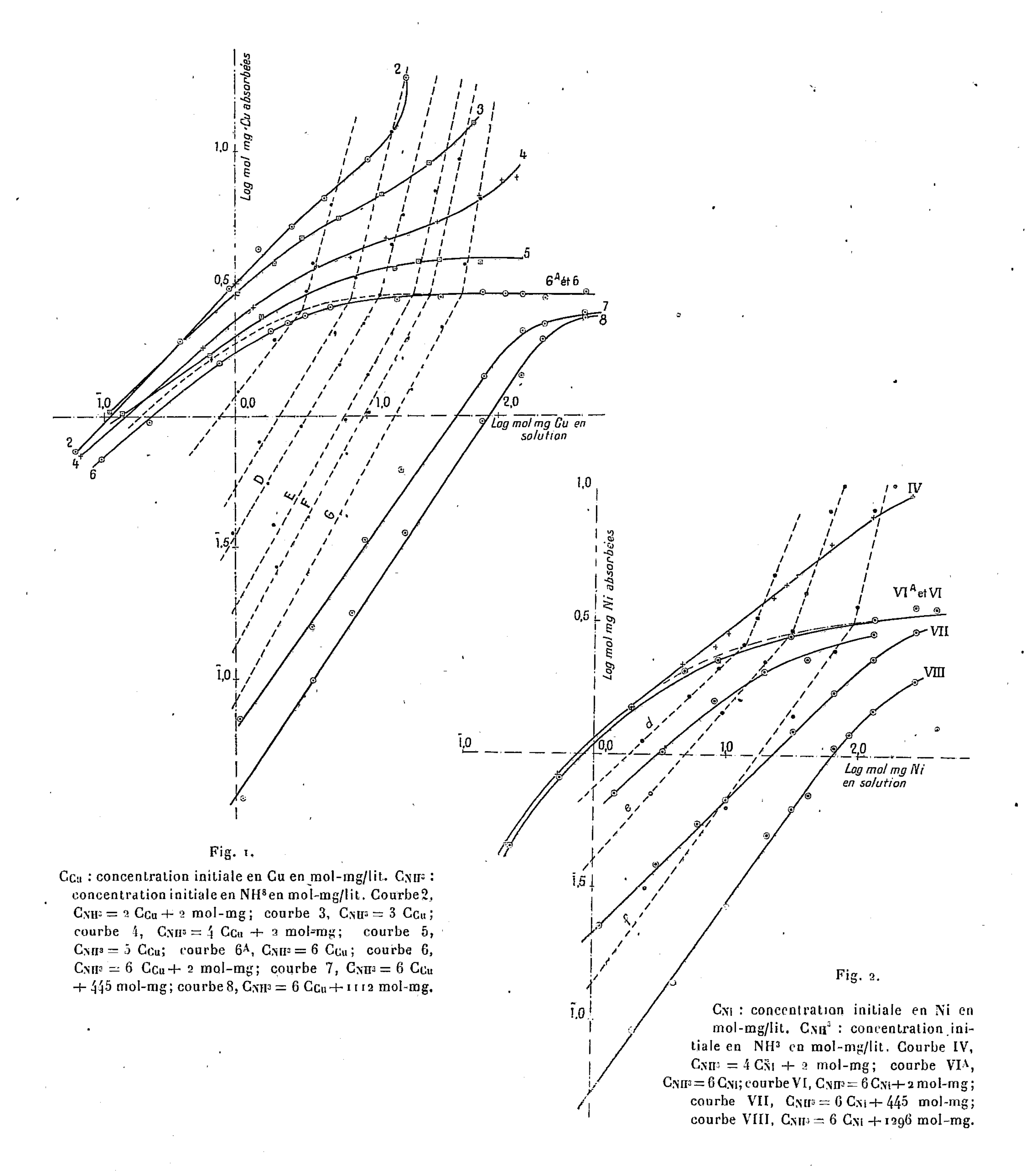


Fig. 1.

C_{Cu} : concentration initiale en Cu en mol-mg/lit. C_{NH^3} : concentration initiale en NH^3 en mol-mg/lit. Courbe 2, $C_{NH^3} = 2\ C_{Cu} + 2$ mol-mg ; courbe 3, $C_{NH^3} = 3\ C_{Cu}$; courbe 4, $C_{NH^3} = 4\ C_{Cu} + 2$ mol-mg ; courbe 5, $C_{NH^3} = 5\ C_{Cu}$; courbe 6^A, $C_{NH^3} = 6\ C_{Cu}$; courbe 6, $C_{NH^3} = 6\ C_{Cu} + 2$ mol-mg ; courbe 7, $C_{NH^3} = 6\ C_{Cu} + 445$ mol-mg ; courbe 8, $C_{NH^3} = 6\ C_{Cu} + 1112$ mol-mg.

Fig. 2.

C_{Ni} : concentration initiale en Ni en mol-mg/lit. C_{NH^3} : concentration initiale en NH^3 en mol-mg/lit. Courbe IV, $C_{NH^3} = 4\ C_{Ni} + 2$ mol-mg ; courbe VI^A, $C_{NH^3} = 6\ C_{Ni}$; courbe VI, $C_{NH^3} = 6\ C_{Ni} + 2$ mol-mg ; courbe VII, $C_{NH^3} = 6\ C_{Ni} + 445$ mol-mg ; courbe VIII, $C_{NH^3} = 6\ C_{Ni} + 1296$ mol-mg.

réseau de courbes, qui d'ailleurs tendent toutes vers un même palier, confirme l'action désorbante de l'*ammoniaque libre*.

Enfin, les points anguleux du réseau de courbes D, E, F, G, relatives aux adsorptions à ammoniaque constante ([1]) se répartissent très sensiblement sur la courbe 6^A relative à des solutions dont les concentrations initiales sont calculées en se basant sur l'hypothèse d'un complexe de coordinence 6.

L'étude des solutions ammoniacales de sulfate de nickel fournit les résultats consignés sur la figure 2, et suggère des remarques sensiblement analogues à celles énoncées au sujet du cuivre, en tenant compte toutefois des difficultés de lavage déjà signalées ([1]) et de l'activité moins marquée de l'ammoniaque.

En particulier, les droites représentatives de l'adsorption à ammoniaque constante *d*, *e*, *f* se brisent chacune en un point situé sur la courbe VI^A relatives à des solutions de concentrations initiales basées également sur l'hypothèse d'un complexe de coordinence 6.

Enfin, les courbes 7, 8 et VIII ont sensiblement la même pente. A partir d'une concentration suffisante en ammoniaque, un excès de ce réactif ne se manifeste donc plus que par sa fonction basique, et seul l'ordre de grandeur du phénomène se trouve changé. Les résultats obtenus confirment en outre ce fait déjà établi (M. Geloso, *Ann. de Chimie*, 10e série, 6 et 7, 1926-1927), que l'évolution de l'adsorption est indépendante de la nature de la substance adsorbée.

En résumé, l'ammoniaque intervient, selon sa concentration, dans la formation de sels complexes et leur stabilisation. Un excès de ce réactif n'agit plus sur l'adsorption qu'en modifiant le pH du milieu.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action des carbonates alcalins sur le bromure, l'iodure et le nitrate de plomb en solution aqueuse.* Note ([2]) de Mme **N. Demassieux**, présentée par M. G. Urbain.

Nous avons exposé ([3]) les résultats de l'action des carbonates alcalins sur le chlorure de plomb, action qui donne d'abord naissance au chlorocarbonate de plomb et ensuite, par l'addition d'un excès de réactif, au carbonate de plomb.

([1]) *Loc. cit.*

([2]) Séance du 2 septembre 1929.

([3]) Mme N. Demassieux, *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 333.

Le bromure et l'iodure de plomb donnent des réactions analogues : l'addition d'un carbonate alcalin produit la précipitation du bromo ou de l'iodocarbonate de plomb, qui se transforme en carbonate de plomb, quand on ajoute des quantités croissantes du carbonate alcalin. Les modifications qui se passent au sein du liquide et des précipités ont été suivies par la mesure des conductibilités. Les courbes ont été construites en portant en abscisses les quantités du carbonate alcalin et en ordonnées $\frac{100-a}{a}$, $100-a$ et a étant les résistances variables du pont.

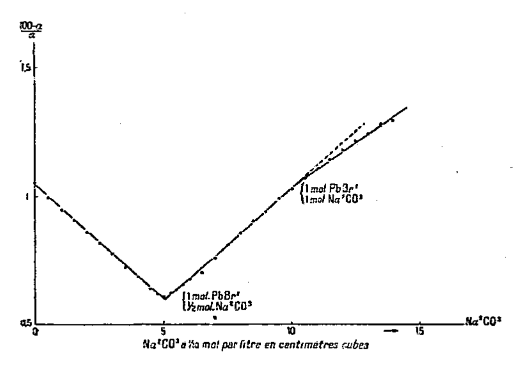


Fig. 1. — 50cm³ Pb Br² à $\frac{M}{50}$, Na² CO³ à $\frac{M}{10}$, $t = 17°$.

La première branche de courbe correspond à la formation du composé halogéno-carbonique. Un changement brusque de direction indique la

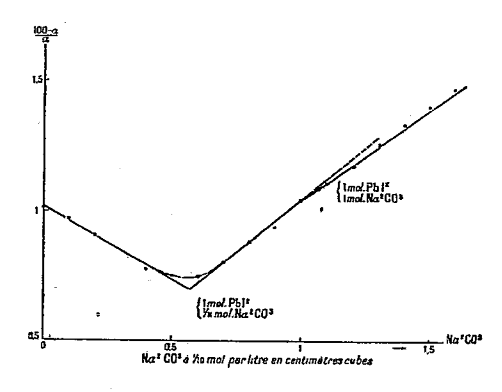


Fig. 2. — 100cm³ Pb I² à $\frac{M}{800}$, Na² CO³ à $\frac{M}{10}$, $t = 20°$; équilibre atteint : 3 jours.

transformation totale du sel halogéné du plomb en bromo ou iodocarbonate de plomb. Ceci se produit quand une demi-molécule de carbonate alcalin a

réagi sur une molécule d'halogénure de plomb. La deuxième branche de courbe montre la transformation du sel précédent en carbonate de plomb. La troisième branche de courbe correspond à l'excès du réactif.

Lorsqu'on remplace les sels halogénés du plomb par le nitrate de plomb, on constate que l'action d'un carbonate alcalin ne donne lieu qu'à la formation du carbonate de plomb. L'analyse des précipités confirme les conclusions tirées de l'examen de la courbe des conductibilités.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Modifications de la coagulation sanguine au cours de la fièvre jaune expérimentale chez le* Macacus rhesus. Note de MM. **J. Vellard** et **Miguelotte Vianna**, présentée par M. Caullery.

Dans une Communication précédente, nous avons étudié les modifications de la coagulation sanguine au cours de la fièvre jaune chez l'homme. Nous avons poursuivi depuis des recherches analogues dans l'infection expérimentale du *Macacus rhesus*.

Les singes infectés ont été mis à notre disposition par le Dr H. Aragão, de l'Institut Oswaldo-Cruz. Nos recherches ont porté sur 16 *rhesus*, divisés en trois groupes différents : les animaux du groupe A, au nombre de 10, avaient été inoculés avec du sang virulent d'autre *rhesus* (virus isolé de différents malades des hôpitaux de Rio de Janeiro); ceux du groupe B, au nombre de 3, avaient été piqués par des moustiques infectés sur l'homme ou sur le singe; le groupe C comprend 3 animaux inoculés avec des émulsions très diluées de moustiques infectés.

La technique employée dans ces recherches est celle décrite dans notre Note précédente. Le pouvoir coagulant du sérum ne présentant pas de modifications sensibles, nous nous sommes attachés surtout à l'étude de la coagulabilité du plasma et au dosage des antithrombines. Le sang, obtenu par ponction cardiaque de 5 à 10^{cm^3}, était fluoré à 3 pour 1000. Il est difficile de répéter plusieurs fois ces fortes saignées chez des *rhesus* de petite taille; nous avons dû nous limiter à un ou deux dosages par animal en choisissant des périodes différentes de l'infection pour chaque individu.

Des expériences préliminaires ont permis d'établir l'indice de coagulabilité du plasma de *rhesus*, toujours inférieur à 0,15 avec notre sérum étalon, et voisin de celui de l'homme, ainsi que l'absence de pouvoir anticoagulant à l'état normal.

L'évolution de l'infection expérimentale a été variable : presque tous

nos animaux ont succombé, les uns très rapidement, en 4 ou 6 jours, d'autres plus lentement, mais tous présentant à l'autopsie des lésions viscérales typiques. Quelques-uns, en petit nombre, n'ont eu qu'une forme bénigne, se rétablissant après avoir présenté une période fébrile plus ou moins prolongée. L'examen anatomo-pathologique a toujours été fait pour contrôler la mort des animaux.

Résultats. — *Groupe A :* Neuf singes ont reçu du sang virulent frais; six ont été examinés pendant la période fébrile et trois à la période d'hypothermie finale; un autre *rhesus* a été inoculé avec du sang virulent desséché. — *Premier jour de fièvre :* coagulation normale chez deux *rhesus*, l'un trois jours, l'autre cinq jours après l'inoculation du virus (morts le 5e et le 8e jour). — *Troisième jour de fièvre :* coagulation normale chez un *rhesus* atteint d'une forme lente, six jours après l'inoculation du virus (mort le 13e jour); coagulabilité très diminuée (0,3 +; 0,4 +), et léger pouvoir anticoagulant chez deux autres singes, l'un au 6e jour et l'autre au 4e jour après l'inoculation, et qui sont morts tous deux le jour suivant.

Période préagonique d'hypothermie ; Tous les animaux présentaient une grande diminution de la coagulabilité et un pouvoir anticoagulant modéré; le plasma d'un *rhesus* (forme très rapide, mort en 4 jours) ne commençait à coaguler qu'avec 0,4 (temp. 35°,8); un autre (*rhesus* mort en 6 jours) coagulait seulement avec 0,5 (temp. 35°); un dernier (*rhesus* mort en 8 jours) coagulait déjà avec 0,3 (temp. 29°).

Un seul *rhesus* de cette série s'est rétabli après une période fébrile de 5 jours; coagulation normale au deuxième jour de fièvre.

Le dernier animal de ce groupe avait reçu du sang virulent desséché; il s'est également rétabli après une élévation rapide et prolongée de la température (au-dessus de 40° pendant 7 jours); pas de modifications de la coagulation au 3e jour de fièvre.

Groupe B : Trois singes piqués par des moustiques infectés. Les résultats sont comparables à ceux du premier groupe : aucune modification sanguine au premier jour de fièvre; grande diminution de la coagulabilité (0,5 +) et pouvoir anticoagulant modéré, à la période d'hypothermie; aucune modification chez un animal atteint d'une forme bénigne.

Groupe C : Trois *rhesus* inoculés avec des émulsions diluées de moustiques infectés. Un seul est mort (péritonite due à une infection secondaire) sans aucune lésion de fièvre jaune; les deux autres ont eu une assez longue période fébrile, due également à des infections secondaires par différents

germes. Aucun de ces animaux ne présentaient de modifications de la coagulation.

Conclusions. — Ces résultats se rapprochent dans leur ensemble de ceux que nous avons obtenus chez l'homme. Les modifications de la coagulation sanguine sont de même nature, mais cependant moins accentuées et plus tardives chez le *Macacus rhesus*. Jamais nous n'avons observé d'incoagulabilité complète du plasma, ni une proportion d'antithrombine capable d'empêcher définitivement *in vitro* la coagulation d'un plasma normal par un sérum coagulant. Cette intensité moindre des troubles de la coagulation est d'accord avec la discrétion des phénomènes hémorragiques dans la fièvre jaune du *rhesus*.

La diminution de la coagulabilité ayant fait défaut dans toutes les formes non mortelles observées chez le *rhesus* est un bon élément de pronostic dans cette affection chez le singe. Sa valeur est, au contraire, plus faible à ce point de vue chez l'homme, où les troubles de la coagulation existent dans toutes les formes de fièvre jaune et dès le début de la période fébrile.

La séance est levée à $15^h 30^m$.

A. Lx.

ERRATA.

(Séance du 26 août 1929.)

Note de M. *Georges Giraud*, Sur certains problèmes analogues au problème de la chaleur :

Page 353, lignes 1 et 15 en remontant, *au lieu de* $G(\nu)$, *lire* $\mathcal{G}(\nu)$.
Page 354, ligne 10, *au lieu de* $c_{\alpha,\beta}$, *lire* c_{α}.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 SEPTEMBRE 1929.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE ROUX.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **M. Laubeuf** fait hommage à l'Académie d'une étude qu'il vient de publier sous le titre : *Le Sauvetage des Sous-Marins*.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la correspondance :

D. Sensaud de Lavaud. *La sécurité en l'avion multimoteur.*

ALGÈBRE. — *Une formule sommatoire.* Note (¹) de M. **Rodolphe Raclis.**

Considérons les nombres, réels ou complexes, (α_1, k_1), (α_2, k_2), ..., (α_p, k_p) et $\beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_q$, dont les k_i sont différents de -1 et introduisons les opérations fonctionnelles

$$\overset{1}{\underset{\alpha_1}{\Lambda}}\varphi(x)=\frac{k_1\varphi(x+\alpha_1)+\varphi(x)}{k_1+1},\ \ldots,\ \overset{p}{\underset{\alpha_1\ldots\alpha_p}{\Lambda}}\varphi(x)=\overset{1}{\underset{\alpha_p}{\Lambda}}\ \overset{p-1}{\underset{\alpha_1\ldots\alpha_{p-1}}{\Lambda}}\varphi(x),$$

$$\overset{p,q}{\underset{\alpha_1\ldots\alpha_p;\,\beta_1\ldots\beta_q}{\Lambda}} = \overset{p}{\underset{\alpha_1\ldots\alpha_p}{\Lambda}}\ \overset{q}{\underset{\beta_1\ldots\beta_q}{\Delta}}$$

(¹) Séance du 28 août 1929.

Il existe un polynome unique $R_m^{(p,q)}(x \mid \alpha_1, k_1; \ldots; \alpha_p, k_p \mid \beta_1, \ldots, \beta_q)$ de degré m et d'ordre (p, q) qui satisfait à l'équation fonctionnelle

$$\overset{p}{\underset{\alpha_1 \ldots \alpha_p}{\Lambda}} \varphi(x) = B_m^{(q)}(x \mid \beta_1, \ldots, \beta_q)$$

où $B_m^{(q)}(x \mid \beta_1, \ldots, \beta_q)$ est le polynome de Bernoulli-Nörlund de degré m et d'ordre q; pour $q = 0$, le polynome $R_m^{(p,q)}(x)$ se réduit au polynome que j'avais désigné par $R_m^{(p)}(x)$ et auquel j'ai consacré un mémoire dans le *Bulletin Mathématique de la Société Roumaine des Sciences*, en 1927; pour $q = 0$ et $k_1 = k_2 = \ldots = k_p = 1$, $R_m^{(p,q)}(x)$ se réduit au polynome d'Euler-Nörlund $E_m^{(p)}(x \mid \alpha_1, \ldots, \alpha_p)$ de degré m et d'ordre p; enfin, pour $p = 0$, $R_m^{(p,q)}(x)$ se réduit au polynome $B_m^{(q)}(x \mid \beta_1, \ldots, \beta_q)$.

On pose

$$\Omega = r_1\alpha_1 + r_2\alpha_2 + \ldots + r_p\alpha_p + s_1\beta_1 + s_2\beta_2 + \ldots + s_q\beta_q,$$

$$H = \frac{1}{(1 + k_1)\ldots(1 + k_p)} \cdot \frac{1}{\beta_1 \ldots \beta_q}, \qquad K = k_{r_1} k_{r_2} \ldots k_{r_q},$$

avec

$$k_{r_i} = \begin{cases} k_i & \text{pour} \quad r_i = 1, \\ 1 & \text{pour} \quad r_i = 1, \end{cases}$$

et l'on suppose que $\varphi(x)$ est une fonction qui admet une dérivée d'ordre $(m + 1)$, continue pour les valeurs de la variable qui entrent en considération; j'établis la formule sommatoire

$$\varphi(x + h) + \tau_q = \sum_{\nu=0}^{m} \frac{R_{\nu+q}^{(p,q)}(h)}{(\nu + q)!} \overset{p,q}{\Lambda} \varphi^{(\nu)}(x) + T_{m+1}, \tag{1}$$

dans laquelle les termes complémentaires τ_q et T_{m+1} ont pour expressions

$$\tau_q = -H\,\Sigma(-1)^{q-s_1-\ldots-s_q} \int_0^{\Omega} \frac{KR_{q-1}^{(p,q)}(h - t + \Omega)}{(q - 1)!} \varphi(x + t)\, dt, \tag{2}$$

$$T_{m+1} = -H\,\Sigma(-1)^{q-s_1-\ldots-s_q} \int_h^{\Omega} \frac{KR_{m+q}^{(p,q)}(h - t + \Omega)}{(m + q)!} \varphi^{(m+1)}(x + t)\, dt \tag{3}$$

et où Σ signifie qu'il faut donner aux r_i et s_j, de toutes les manières possibles, les valeurs 0 et 1 et de faire la somme des termes ainsi obtenus.

Si l'on pose $\varphi(x) = f^{(q)}(x)$, (1) devient

$$f^{(q)}(x + h) = \sum_{\nu=0}^{m+q} \frac{R_{\nu}^{(p,q)}(h)}{\nu!} \overset{p,q}{\Lambda} f^{(\nu)}(x) + T_{m+1}, \tag{4}$$

dans laquelle l'expression de T_{m+1} se déduit de (3) en y faisant

$$\varphi^{(m+1)}(x+t)=f^{(q+m+1)}(x+t).$$

Il est utile de faire remarquer que les formules précédentes sont valables lorsque h et les α, β, k sont des nombres réels ou complexes quelconques (les k_i différents de -1). Pour $q=0$ et $k_1=k_2=\ldots=k_p=1$, la formule (1) se réduit à la formule sommatoire de Boole-Nörlund; pour $p=0$, la formule (1) se réduit à la formule sommatoire d'Euler-Nörlund. Même dans ces cas particuliers, l'expression (3) du terme complémentaire T_{m+1} est valable quels que soient h et les α et β, alors que la forme du terme T_{m+1} donnée par M. Nörlund, exige que les α et β soient réels et positifs et $0\leqq h<\alpha_1+\ldots+\alpha_p$ dans le premier cas et $0\leqq h<\beta_1+\ldots+\beta_2$ dans le second.

On vérifie sans peine que (2) et (3) s'écrivent encore

$$(2')\quad \tau_q=-\sum_{\nu=0}^{q-1}\frac{R_\nu^{(p,q)}(h)}{\nu!}\overset{p}{\underset{\alpha_1\ldots\alpha_p}{\Lambda}}\int_0^1 dt_1\int_0^1 dt_2\ldots\int_0^1\varphi^{(\nu)}(x+\beta_1t_1+\ldots+\beta_qt_q)\,dt_q,$$

$$(3')\quad T_{m+1}=\int_0^h\frac{(h-t)^m}{m!}\varphi^{(m+1)}(x+t)\,dt$$
$$-H\Sigma(-1)^{q-s_1-\ldots-s_q}\int_0^\Omega\frac{KR_{m+q}^{(p,q)}(h-t+\Omega)}{(m+q)!}\varphi^{(m+1)}(x+t)\,dt.$$

Supposons maintenant que les α et β sont réels et

$$0\leqq h<\alpha_1+\ldots+\alpha_p+\beta_1+\ldots+\beta_q;$$

désignons par $\overset{\star}{R}{}_m^{(p,q)}(x)$ la fonction définie pour une valeur réelle quelconque x par $\overset{p,q}{\Lambda}\overset{\star}{R}{}_m^{(p,q)}(x)=0$ et qui dans l'intervalle

$$0\leqq x<\alpha_1+\ldots+\alpha_p+\beta_1+\ldots+\beta_q$$

est identiquement égale au polynome $R_m^{(p,q)}(x)$; lorsque $\varphi(x)$ et ses dérivées se comportent d'une certaine manière à l'infini, on a encore

$$(2'')\qquad \tau_q=\int_0^\infty\frac{R_{q-1}^{(p,q)}(h-t)}{(q-1)!}\overset{p,q}{\Lambda}\varphi(x+t)\,dt,$$

$$(3'')\quad T_{m+1}=-H\Sigma(-1)^{q-s_1-\ldots-s_q}\int_0^\Omega\frac{K\overset{\star}{R}{}_{m+q}^{(p,q)}(h-t+\Omega)}{(m+q)!}\varphi^{(m+1)}(x+t)\,dt,$$

$$(3''')\qquad T_{m+1}=\int_0^\infty\frac{\overset{\star}{R}{}_{m+q}^{(p,q)}(h-t)}{(m+q)!}\overset{p,q}{\Lambda}\varphi^{(m+1)}(x+t)\,dt.$$

La formule (4) devient

$$(4')\quad f^{(q)}(x+h)=\sum_{\nu=0}^{m+q}\frac{\mathrm{R}_{\nu}^{(p,q)}(h)}{\nu!}\overset{p,q}{\Lambda} f^{(\nu)}(x)+\int_0^{\infty}\frac{\overset{*}{\mathrm{R}}{}_{m+q}^{(p,q)}(h-t)}{(m+q)!}\overset{p,q}{\Lambda} f^{(q+m+1)}(x+t)\,dt$$

et si l'on met $f(x)=e^{-\eta x}$, avec $\eta>0$, on obtient

$$\frac{(1+k_1)\dots(1+k_p)}{(1+k_1e^{-\eta\alpha_1})\dots(1+k_pe^{-\eta\alpha_p})}\cdot\frac{\beta_1\dots\beta_q}{(1-e^{-\eta\beta_1})\dots(1-e^{-\eta\beta_q})}e^{-h\eta}$$
$$=\sum_{\nu=0}^{m+q}\frac{\mathrm{R}_{\nu}^{(p,q)}(h)}{\nu!}(-\eta)^{\nu}+(-\eta)^{m+1}\int_0^{\infty}\frac{\overset{*}{\mathrm{R}}{}_{m+q}^{(p,q)}(h-t)}{(m+q)!}e^{-\eta t}\,dt$$

et dans le premier membre on a la fonction génératrice des polynomes $\mathrm{R}_{\nu}^{(p,q)}(h)$, et dans le second, l'expression du terme reste.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. *Sur les différentes connexions de l'espace fonctionnel.* Note [1] de M. **Akitsugu Kawaguchi.**

M. Cartan a déjà introduit différentes connexions dans l'espace ponctuel, par exemple la connexion affine, projective et conforme, en outre de celle de Riemann. D'une manière analogue, on peut les étendre à l'espace fonctionnel. M. Moisil a déjà étudié une connexion dans l'espace fonctionnel, celle qui correspond à la connexion de Riemann de l'espace ponctuel [2].

Considérons une transformation biunivoque quelconque

$$(1)\qquad \bar{x}(s)=\bar{x}|[x(\sigma)|s]|,\qquad x(\sigma)=x|[\bar{x}(s)|\sigma]|,$$

pour toute fonction sommable $x(\sigma)$, où s ou σ est une variable réelle dans l'intervalle $(0,1)$. Je suppose que les fonctionnelles considérées sont continues d'ordre O et dérivables. La variation $\delta x(\sigma)$ ou $\delta\bar{x}(s)$ est transformée par la transformation (1) d'après les formules

$$(2)\qquad \begin{cases} \delta\bar{x}(s)=\bar{x}'_{x(s)}(s)\,\delta x(s)+\displaystyle\int_0^1\bar{x}'_{x(\sigma)}(s)\,\delta x(\sigma)\,d\sigma,\\ \delta x(\sigma)=x'_{\bar{x}(\sigma)}(\sigma)\,\delta\bar{x}(\sigma)+\displaystyle\int_0^1 x'_{\bar{x}(s)}(\sigma)\,\delta\bar{x}(s)\,ds;\end{cases}$$

---

[1] Séance du 5 août 1929.

[2] Moisil, *Sur les variétés fonctionnelles* (*Comptes rendus*, 187, 1928, p. 796).

$\overline{x}'_{x(\sigma)}(s)$ sera la dérivée fonctionnelle de $\overline{x}$ au point σ par rapport à la fonction $x(\sigma)$. En supposant que $\overline{x}'_{x(s)}(s)$ n'est pas nul dans l'intervalle $(0,1)$, on aura facilement

$$\overline{x}'_{x(s)}(s)\, x'_{\overline{x}(s)}(s) = 1, \tag{3}$$

$$\overline{x}'_{x(\sigma)}(s)\, x'_{\overline{x}(s)}(s) + \overline{x}'_{x(\sigma)}(\sigma)\, x'_{\overline{x}(\sigma)}(s) + \int_0^1 \overline{x}'_{x(\sigma)}(\rho)\, x'_{\overline{x}(\rho)}(s)\, d\rho = 0. \tag{4}$$

Une fonctionnelle $v^\lambda = v|[x(\sigma)|\lambda]|$ est une vectorielle contravariante si, pour une transformation (1), elle devient $\overline{v}^\lambda = \overline{v}|[\overline{x}(s)|\lambda]|$:

$$\overline{v}^\lambda = \overline{x}'_{x(\lambda)}(\lambda)\, v^\lambda + \int_0^1 \overline{x}'_{x(\sigma)}(\lambda)\, v^\sigma\, d\sigma. \tag{5}$$

D'une manière analogue, v_λ est covariante si l'on a

$$\overline{v}_\lambda = x'_{\overline{x}(\lambda)}(\lambda)\, v_\lambda + \int_0^1 x'_{\overline{x}(\lambda)}(\sigma)\, v_\sigma\, d\sigma. \tag{5'}$$

Nous considérons maintenant une fonction, que nous appellerons *la vectorielle contravariante de mesure* e^λ_μ, donnée par les conditions

$$e^\lambda_\mu = e(\lambda, \mu) = \delta_{\lambda\mu} (= 1 \text{ pour } \lambda = \mu, = 0 \text{ pour } \lambda \neq \mu);$$

nous considérerons de même *la vectorielle covariante de mesure* e^μ_λ. On a

$$v^\lambda = v_\lambda e^\lambda_\lambda + \int_0^1 v^\mu e^\lambda_\mu\, d\mu = \Lambda_\mu v^\mu e^\lambda_\mu, \tag{6}$$

puisque $\int_0^1 v^\mu e^\lambda_\mu\, d\mu = 0$. Par suite on peut représenter toute vectorielle par les vectorielles de mesure. L'opération Λ est invariante par la transformation (2).

Nous définissons la différentielle fonctionnelle covariante de tensorielles de telle sorte que : 1° Une tensorielle et sa différentielle fonctionnelle covariante sont tensorielles de même espèce; 2° La différentielle fonctionnelle covariante est une fonctionnelle linéaire des variations $\delta x(s)$; 3° La différentielle fonctionnelle covariante de la somme de deux tensorielles est la somme des deux différentielles fonctionnelles covariantes de chaque tensorielle : $\nabla(V + W) = \nabla V + \nabla W$; 4° $\nabla(\Lambda VW) = \Lambda W \nabla V + \Lambda V \nabla W$; 5° La différentielle fonctionnelle covariante de $p|[x(s)]|$ est la différentielle ordinaire.

Par la définition, nous connaissons tout de suite que la différentielle fonc-

tionnelle covariante de e^{λ}_{μ} est

$$(7)\qquad \nabla e^{\lambda}_{\mu} = \left(2\Gamma^{\lambda}_{\lambda\lambda} e^{\lambda}_{\mu} + \int_0^1 \Gamma^{\lambda}_{\nu\lambda} e^{\nu}_{\mu}\, d\nu\right)\delta x(\lambda) + \int_0^1 \left(\Gamma^{\lambda}_{\lambda\rho} e^{\lambda}_{\mu} + \Gamma^{\lambda}_{\rho\rho} e^{\rho}_{\mu} + \int_0^1 \Gamma^{\lambda}_{\nu\rho} e^{\nu}_{\mu}\, d\nu\right)\delta x(\rho)\, d\rho.$$

Par (7), on peut trouver facilement

$$(8)\qquad \nabla v^{\lambda} = \delta v^{\lambda} + \left(2\Gamma^{\lambda}_{\lambda\lambda} v^{\lambda} + \int_0^1 \Gamma^{\lambda}_{\nu\lambda} v^{\nu}\, d\nu\right)\delta x(\lambda) + \int_0^1 \left(\Gamma^{\lambda}_{\lambda\rho} v^{\lambda} + \Gamma^{\lambda}_{\rho\rho} v^{\rho} + \int_0^1 \Gamma^{\lambda}_{\nu\rho} v^{\nu}\, d\nu\right)\delta x(\rho)\, d\rho.$$

Nous définissons la dérivée fonctionnelle covariante de vectorielle :

$$(9)\qquad \nabla_{\mu} v^{\lambda} = v^{\lambda}_{x(\mu)} + \Gamma^{\lambda}_{\lambda\mu} v^{\lambda} + \Gamma^{\lambda}_{\mu\mu} v^{\mu} + \int_0^1 \Gamma^{\lambda}_{\nu\mu} v^{\nu}\, d\nu.$$

Pour une vectorielle covariante, on a d'une manière analogue

$$(9')\qquad \nabla_{\mu} v_{\lambda} = v_{\lambda, x(\mu)} - \overline{\Gamma}^{\lambda}_{\lambda\mu} v_{\lambda} - \overline{\Gamma}^{\mu}_{\lambda\mu} v_{\mu} - \int_0^1 \overline{\Gamma}^{\nu}_{\lambda\mu} v_{\nu}\, d\nu.$$

Généralement $\Gamma^{\lambda}_{\mu\nu}$ et $\overline{\Gamma}^{\lambda}_{\nu\mu}$ ne sont pas égales et en outre $\Gamma^{\lambda}_{\mu\nu}$ n'est pas symétrique par rapport à μ et ν.

Je pose maintenant $C^{\lambda}_{\mu\nu} = \Gamma^{\lambda}_{\mu\nu} - \overline{\Gamma}^{\lambda}_{\mu\nu}$, $2S^{\lambda}_{\mu\nu} = \Gamma^{\lambda}_{\mu\nu} - \Gamma^{\lambda}_{\nu\mu}$. On peut voir que $C^{\lambda}_{\mu\nu}$ et $S^{\lambda}_{\mu\nu}$ sont des tensorielles, pour que $C^{\lambda}_{\mu\nu} = \nabla_{\nu} A^{\lambda}_{\mu}$, où $A^{\lambda}_{\mu} = \delta_{\lambda\mu}$, et

$$(10)\qquad (\nabla^{(1)}\nabla^{(2)} - \nabla^{(2)}\nabla^{(1)})x(\lambda) = \underset{\nu,\rho}{\Lambda} S^{\lambda}_{\nu\rho}\, \delta_1 x(\nu)\, \delta_2 x(\rho).$$

Nous dirons que la connexion est *symétrique*, si $S^{\lambda}_{\mu\nu} = 0$. Si $C^{\lambda}_{\mu\nu} = 0$, l'opération Λ est invariante pour la connexion, que j'appelle Λ-*connexion*. La Λ-connexion symétrique est appelée *la connexion affine* dans l'espace fonctionnel.

Je suppose que $g_{\lambda\lambda}$ est une tensorielle covariante symétrique, que $g_{\lambda\lambda}$ n'est pas nul et que le déterminant des $g_{\lambda\mu}$ n'a pas la valeur 0.

La connexion est métrique, si $\nabla_{\mu} g^{\lambda\nu} = 0$. Si la connexion métrique est affine, elle se réduit à *la connexion généralisée de Riemann*, que M. Moisil a introduite.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la résolution approchée des équations différentielles linéaires*. Note ([1]) de M. **Krawtchouk**, transmise par M. Hadamard.

En généralisant les résultats de deux Notes précédentes (*Comptes rendus*, 187, p. 411, et 188, p. 978), citées plus loin comme 1 et 2, nous voulons démontrer la convergence d'un procédé général (indiqué par M. N Kryloff, *Annales de Toulouse*, 1926) pour l'intégration des équations différentielles linéaires. La démonstration n'imposera aux coefficients de l'équation aucune restriction spéciale, pas même celle de continuité.

Théorème. — *Si chacun des problèmes*

$$(1)\qquad L_x[y]=y^{(k)}+A_1(x)y^{(k-1)}+\ldots+A_k(x)y=f(x)\qquad (k>1),$$

$$(2)\qquad \sum_{j=0}^{k-1}[\alpha_i^{(j)}y^{(j)}(0)+\beta_i^{(j)}y^{(j)}(1)]=0\qquad (i=1,2,\ldots,k)$$

et

$$(3)\qquad M_\xi[z_p]\doteq z_p^{(k)}+B_1(\xi)z_p^{(k-1)}+\ldots+B_k(\xi)z_p=g_p(\xi)\qquad (p=0,1,\ldots,k-1),$$

$$(4)\qquad \sum_{j=0}^{k-1}[\alpha_i^{(j)}y^{(j)}(0)+\beta_i^{(j)}y^{(j)}(1)]=0\qquad (i=1,2,\ldots,k)$$

a dans l'intervalle $(0,1)$ *une solution unique; si de plus les fonctions* $\varphi_i(x)$ *satisfont aux conditions* (2) *et si le système*

$$\varphi_1^{(k)}(x),\quad \varphi_2^{(k)}(x),\quad \varphi_3^{(k)}(x),\quad \ldots,$$

est fermé par rapport aux $k^{\text{ièmes}}$ *dérivées de fonctions satisfaisant aux conditions* (2), *alors la somme*

$$(5)\qquad y_m=a_1\varphi_1+a_2\varphi_2+\ldots+a_m\varphi_m$$

définie par les équations

$$(6)\qquad \int_0^1 \{L_x[y_m]-f\}M_x[\varphi_i]\,dx=0\qquad (i=1,2,\ldots,m)$$

a la propriété suivante

$$(7)\qquad y=\lim_{m=\infty}y_m,\qquad y'=\lim_{m=\infty}y'_m,\qquad \ldots,\qquad y^{(k-1)}=\lim_{m=\infty}y_m^{(k-1)}.$$

([1]) Séance du 16 septembre 1929.

En prenant pour $g^p(\xi)$ $(p=0, 1, \ldots, k-1)$ respectivement $G(\xi, x)$, $G'_\xi(\xi, x)$, $\ldots$, $G_\xi^{(k-1)}(\xi, x)$, où G est la fonction de Green du problème (1)-(2), on tire de (6)

$$(8)\quad \begin{cases} \lim\limits_{m=\infty} \int_0^1 L_x[U_m] M_x[U_m]\, dx = 0 \qquad (U_m = y - y_m), \\ \lim\limits_{m=\infty} \left\{ \int_0^1 L_x[U_m] M_x\left[Z_p - \sum_{i=1}^{m} b_{pi}^{(m)} \varphi_i \right] dx - U_m^{(p)}(\xi) \right\} = 0. \end{cases}$$

Si l'on fixe les nombres $b_{pi}^{(m)}$ par les conditions

$$\int_0^1 M_x^2 \left[Z_p - \sum_{i=1}^{m} b_{pi}^{(m)} \varphi_i \right] dx = \min.,$$

on détruira de (8) les égalités (7). La généralisation aux systèmes d'équations différentielles est immédiate.

Quelles que soient les conditions (4), l'hypothèse

$$B_i = \text{const.} \quad (i = 1, 2, \ldots, k)$$

suffit toujours. On peut prendre les fonctions φ_i sous forme de polynomes, si l'on remplace (6) par

$$\int_0^1 \{ L_x[y_m] - f \} x^i\, dx = 0 \qquad (i = 0, 1, \ldots, m-1).$$

Corollaire. — Si, en particulier, les φ_i sont fonctions fondamentales du problème

$$M_\xi[z] = \lambda z, \qquad \sum_{j=0}^{k-1} [\alpha_i^{(j)} z^{(j)}(0) + \beta_i^{(j)} z^{(j)}(1)] = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, k),$$

alors on obtient la démonstration générale de la convergence d'un procédé remarquable, contenant celui de W. Ritz comme cas particulier.

Bien que les résultats de la Note 2 subsistent pour les problèmes linéaires à plusieurs dimensions (cf. *Ann. de l'Inst. Pol. de Kiew*, 1929, en ukraïnien), néanmoins, parfois, la méthode ci-dessus exposée peut être préférable. En prenant, par exemple,

$$M[z] = A(x, t)\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} + B(x, t)\frac{\partial^2 z}{\partial x\, \partial t} + C(x, t)\frac{\partial^2 z}{\partial t^2}$$

[voir (1) et (3)], on peut, pour l'équation du type elliptique :

$$L[y] = A\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} + B\frac{\partial^2 y}{\partial x\,\partial t} + C\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + Dy = f(x, y),$$

démontrer un résultat tout analogue à celui de (7).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions jouissant de la propriété* N. Note de Mlle **Nina Bary**, transmise par M. Hadamard.

1. On sait que la famille de toutes les fonctions absolument continues jouit de cette propriété importante que chaque fonction f de la famille possède une dérivée presque partout et la connaissance de la dérivée aux points où elle existe détermine parfaitement la fonction f (à une constante additive près).

Le but de la présente Note est d'indiquer une famille plus étendue de fonctions continues qui, en général, ne possèdent plus de dérivées presque partout et qui néanmoins sont parfaitement déterminées (à une constante additive près) par la connaissance de la dérivée aux points où elle existe *si cette dérivée est sommable*.

La famille dont il s'agit ici est celle des fonctions jouissant de la propriété N (¹). On dit qu'une fonction continue $f(x)$ définie dans un intervalle (a, b) jouit de la propriété N si, quel que soit l'ensemble E de mesure nulle dans (a, b), l'ensemble $\mathcal{E}$ des valeurs de $f(x)$ sur E est également de mesure nulle.

On sait (²) que chaque fonction f qui jouit de la propriété N dans un intervalle (a, b) possède une dérivée f' sur un ensemble de mesure *positive* en chaque intervalle (α, β) intérieur à (a, b). Cette propriété importante n'entraîne nullement l'existence de la dérivée presque partout : il est facile de construire des fonctions jouissant de la propriété N et qui soient privées non seulement de dérivée ordinaire, mais aussi de dérivée approximative sur un ensemble de mesure positive.

Malgré cette absence de dérivée, la famille considérée est soumise à la même loi que celle des fonctions absolument continues. Nous avons en effet le théorème suivant :

(¹) Ces fonctions ont été introduites par M. Lusin, *L'intégrale et la série trigonométrique* (*Thèse*, en russe, Moscou, 1915, p. 109).

(²) S. Banach, *Sur une classe de fonctions continues* (*Fundam. Mathem.*, 8, 1926, p. 166).

Théorème. — *Si $f(x)$ est une fonction jouissant de la propriété N et dont la dérivée $f'(x)$, considérée aux points où elle existe, est sommable, la fonction $f(x)$ est absolument continue et, par suite, parfaitement déterminée par la connaissance de sa dérivée.*

2. La démonstration de ce théorème s'appuie sur le lemme suivant presque évident : *si $f(x)$ est une fonction continue ayant une dérivée finie $f'(x)$ sur un ensemble mesurable E, la mesure de l'ensemble $\mathcal{E}$ des valeurs de $f(x)$ sur E ne surpasse pas la valeur $\int_E |f'(x)|\,dx$, l'intégrale étant prise au sens de M. Lebesgue.*

Ce lemme étant admis, considérons une fonction continue $f(x)$ jouissant de la propriété N dans un intervalle (a, b). Soit (α, β) un intervalle quelconque intérieur à (a, b) et E l'ensemble des points de (α, β) où la dérivée $f'(x)$ existe et a une valeur finie. Nous allons démontrer que l'oscillation de $f(x)$ sur (α, β) ne surpasse pas $\int_E |f'(x)|\,dx$.

En effet, soient m et M le minimum et le maximum de $f(x)$ dans (α, β). En vertu d'un résultat de M. Banach [1] l'ensemble Q des points y_0 de (m, M) tels que l'équation $y_0 = f(x)$ a une infinité non dénombrable de racines est de mesure nulle, mes $Q = 0$. Si y_0 n'appartient pas à Q, l'ensemble des racines de l'équation $y_0 = f(x)$ est au plus dénombrable et comme il est fermé, il possède nécessairement au moins un point isolé, soit ξ_{y_0}. L'ensemble Ξ de tous les points ξ_y qu'on obtient en faisant y parcourir tous les points de (m, M) n'appartenant pas à Q est nécessairement de mesure *positive* [1], mes $\Xi > 0$. Enlevons de Ξ tous les points où $f(x)$ possède un maximum ou un minimum; ces points sont en infinité dénombrable (A. Denjoy). Soit Ξ' l'ensemble des points restants; en chacun des points de Ξ' tous les quatre nombres dérivés ont le même signe; donc, d'après un théorème de M. Saks [2] la dérivée existe presque partout sur Ξ'. Soit Ξ'' l'ensemble des points de Ξ' où la dérivée existe. Comme la fonction $f(x)$ jouit de la propriété N, il en résulte que la mesure de l'ensemble des valeurs de $f(x)$ sur Ξ'' est égale à $M - m$. Donc, d'après le lemme, $M - m$ ne surpasse pas $\int_{\Xi''} |f'(x)|\,dx$ et *a fortiori* $\int_E |f'(x)|\,dx$.

---

(1) On peut évidemment choisir les points ξ_y de telle manière que Ξ soit un ensemble *mesurable;* il est alors de mesure positive puisque f jouit de la propriété N.

(2) S. Saks, *Fund. Math.*, 5, 1924, p. 98-104.

Or, la dérivée $f'(x)$ étant supposée sommable partout où elle existe, il en résulte que $f(x)$ est à variation bornée, et comme elle jouit de la propriété N, nous en concluons qu'elle est absolument continue. C. Q. F. D.

3. Comme une conséquence du théorème démontré nous avons la proposition de MM. Saks [1] et Menchoff [2] *si une fonction f jouissant de la propriété* N *possède une dérivée presque partout et cette dérivée est sommable, la fonction f est absolument continue* [3].

Une autre conséquence du théorème démontré est la suivante : *si la dérivée d'une fonction f jouissant de la propriété* N *est nulle en chaque point où elle existe, la fonction f se réduit à une constante.*

4. Nous voyons que la connaissance de la dérivée d'une fonction jouissant de la propriété N détermine cette fonction (à une constante additive près) *si cette dérivée est sommable*. Si la dérivée est non sommable, une telle détermination n'existe plus. Il est, en effet, facile de construire deux fonctions $f_1(x)$ et $f_2(x)$ jouissant de la propriété N, presque partout dérivables qui possèdent en chaque point les mêmes nombres dérivés et dont la différence n'est pas une constante. Donc, pour avoir une détermination complète, il est nécessaire d'introduire des éléments différentiels plus fins.

THÉORIE DES ENSEMBLES. — *Sur la construction de Cantor-Minkowski dans l'espace.* Note de M. **Georges Durand**.

Dans une précédente Note [4], j'ai introduit la notion d'enveloppe dans le sens suivant : étant donnée une famille de domaines bornés δ, l'enveloppe de leurs frontières f est la frontière F du domaine Δ réunion des δ. Dans le cas du plan, en admettant que par tout point de la frontière f d'un δ on puisse mener une circonférence intérieure et de rayon supérieur à une longueur fixe, j'ai fait connaître différentes propriétés de l'enveloppe F [5].

---

(1) S. Saks, *Fund. Math.*, 7, 1925, p. 290.

(2) D. Menchoff, *Sur la représentation conforme* (*Math. Annalen*, 95, 1926, p. 641).

(3) Ce théorème a été ensuite généralisé par M. Saks [(voir S. Saks, *La condition* N *et l'intégrale de MM. Denjoy-Perron* (*Fund., Math.*, 12, 1928, p. 218)].

(4) G. Durand, *Sur une manière de concevoir la théorie des enveloppes* (*Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1136).

(5) G. Durand, *Sur la construction de Cantor-Minkowski dans le plan* (*Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1368).

Je me propose ici de généraliser à plus de deux dimensions; mais, pour la commodité du langage, j'exposerai la théorie pour le cas de $n = 3$.

Soit une famille de domaines bornés δ dans une région bornée de l'espace euclidien à trois dimensions. Par hypothèse, on peut mener, par chaque point de la frontière f d'un δ, une sphère contenue dans $\delta + f$ et de rayon $\geqq \rho$ (longueur constante). Il existe alors un ensemble E de points de l'espace tels qu'en faisant la construction de Cantor-Minkowski, c'est-à-dire en prenant l'enveloppe (à notre sens) de toutes les sphères de rayon ρ centrées sur E, on trouve un système de surfaces comprenant f. Comme tout point de l'enveloppe F est point frontière de l'un des δ, la sphère de rayon ρ passant par ce point et contenue, par hypothèse, dans ce δ, sera aussi dans Δ. Dès lors on sait, en vertu d'une proposition de M. Georges Bouligand (¹), que les enveloppées et l'enveloppe sont simultanément quarrables.

D'après ce qui précède, on peut, pour une étude des propriétés de contact, partir de la construction de Cantor-Minkowski appliquée à un ensemble E donné ou, en d'autres termes, se restreindre à ce cas particulier : enveloppe d'une famille (qu'on peut toujours supposer fermée) de sphères de rayon constant ρ.

Tout point M de cette enveloppe appartient à une ou plusieurs sphères enveloppées; les centres de celles-ci constituent l'ensemble des points de E qui sont à la distance minima de M. Je dirai, pour abréger, que ces centres sont les *projections* de M sur E et les rayons correspondants seront les *projetantes*. Cela posé, je dirai qu'un point de l'enveloppe est de PREMIÈRE ESPÈCE si ses projetantes sont *colinéaires*, de DEUXIÈME ESPÈCE si elles sont *coplanaires;* ou sinon qu'il est de TROISIÈME ESPÈCE; les points de multifurcation de M. Bouligand sont ceux des deux dernières espèces ou ceux de première espèce d'où partent deux projetantes opposées.

En tout point de première espèce, l'enveloppe admet un plan tangent qui coïncide avec le plan tangent à une sphère enveloppée (ou peut-être, si l'enveloppe se touche elle-même, à deux sphères enveloppées, qui sont alors tangentes extérieurement). Les points où l'enveloppe est dépourvue de plan tangent sont donc de deuxième ou de troisième espèce. Pour étudier ces points, j'établis successivement les propositions suivantes :

(¹) G. BOULIGAND, *Ensembles impropres et nombre dimensionnel* (*Bulletin des Sciences mathématiques*, 2e série, 52, 1928, p. 326).

Lemme 1. — Deux projetantes quelconques ne peuvent avoir en commun qu'une extrémité.

Lemme 2. — Un triangle isoscèle formé par deux projetantes d'un même point ne peut avoir en commun avec un triangle analogue (de sommet différent) que des points de la base.

Lemme 3. — Deux tétraèdres formés respectivement par des projetantes de deux points distincts de troisième espèce n'ont en commun aucun point intérieur.

Supposons qu'on associe à chacun des points de troisième espèce un tétraèdre formé par trois projetantes du point. La somme des volumes de ces tétraèdres étant finie et inférieure au volume de Δ, on déduit du lemme 3 cet important résultat :

Théorème I. — *Sur une enveloppe de sphères de rayon constant, l'ensemble* F_3 *des points de troisième espèce est dénombrable.*

Soit F_2 l'ensemble des points de deuxième espèce. Après avoir démontré ce lemme :

Lemme 4. — Soit M un point de deuxième espèce. S'il existe un point analogue M^3 infiniment voisin, les projections de M^3 : ou bien sont des projections de M, ou bien sont infiniment voisines de projections de M, et elles tendent vers ces dernières dans une direction perpendiculaire à la projetante;

J'en déduis aisément ces deux propositions :

Théorème II. — *L'ensemble* F_2 *ne peut avoir en* M *qu'une direction limite normale au plan formé par les projetantes de* M (c'est-à-dire : *coïncidant avec l'axe du cercle contenant les projections de* M).

Théorème III. — *La direction limite de* F_2 *en un point* M', *infiniment voisin de* M, *est elle-même infiniment voisine de la direction limite en* M.

En définitive les résultats qui précèdent conduisent à cet énoncé :

Théorème IV. — *Si l'on réunit une famille de domaines capables, en chaque point frontière, d'une sphère de rayon surpassant une longueur préalablement donnée, l'enveloppe de leurs frontières est telle qu'en général, par un de ses points, il passe une enveloppée tangente à l'enveloppe; il n'y a exception que sur un ensemble qui est la réunion d'un ensemble dénombrable et d'un ensemble doué, en chaque point, d'une tangente.*

THÉORIE DES ENSEMBLES. — *Problèmes connexes de la notion d'enveloppe de M. Georges Durand*. Note de M. **Georges Bouligand**.

Les recherches de M. Georges Durand sur les enveloppes, en connexion avec la construction de Cantor-Minkowski [1] (en abrégé CM), m'ont conduit à dégager d'importantes notions relatives aux ensembles de points, ainsi qu'à généraliser, pour certaines équations aux dérivées partielles du premier ordre, l'idée d'intégrale.

I. Dans l'espace euclidien à trois dimensions, sur un ensemble E fermé et borné, effectuons, avec un rayon ρ, la construction CM. Soit e_ρ le sous-ensemble de E tel qu'une sphère centrée sur e_ρ fournisse un point au moins à la frontière de l'un des domaines Δ obtenus lors de la construction précédente. L'ensemble e_ρ sera, par définition, *le front de l'ensemble* E *pour la distance* ρ; si ρ_1 surpasse ρ, on prouve aisément que e_{ρ_1} est contenu dans e_ρ. Lorsque ρ tend vers zéro, l'ensemble fermé e_ρ (qui est une partie de la frontière obtenue lors de la construction CM effectuée sur la réunion des frontières des Δ) tend vers un ensemble fermé e_0, qui sera, par définition, le *front immédiat* de E. Indiquons des applications.

En hydrodynamique corpusculaire, la surface libre d'un liquide s'offre comme le front de l'ensemble de ses molécules pour une distance de l'ordre du libre parcours moyen. En Géométrie, les mêmes notions se présentent naturellement, lorsqu'en vue de fonder la théorie des surfaces sur un faisceau d'hypothèses bien défini, et de mettre la causalité en pleine lumière on cherche à discriminer des classes de surfaces susceptibles d'une définition simple. Ce qui précède nous conduit immédiatement aux deux suivantes :

Classe A *des surfaces dont les points font tous partie du front pour une distance* ρ, au moins lorsqu'on considère un côté déterminé de la surface : cette classe est aussi celle des frontières C, M dont j'ai démontré la quarrabilité et dont M. Georges Durand a réalisé l'étude locale.

Classe B *des surfaces dont les points font tous partie du front immédiat* (toujours pour un côté déterminé K); B englobe A et comprend des surfaces d'aire infinie (exemple : cylindre limité à deux sections droites dont

---

[1] G. Durand, *Sur une manière de concevoir la théorie des enveloppes* (*Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1136); *Sur la construction de Cantor-Minkowski dans le plan* (*Ibid*, p. 1368); *Sur la construction de Cantor-Minkowski dans l'espace* (*Ibid.*, 189, 1929, p. 443).

chacune est la partie de spirale $\rho = \omega^{-1}$ intérieure au cercle $\rho \leqq 1$). Une rondelle E de surface B (homéomorphe à un disque plan) est la limite des e_ρ; donc l'ensemble des points de E où ne passe aucune sphère $\neq 0$, tout entière du côté K, ne contient aucun point intérieur : cette rondelle est donc la réunion d'une infinité dénombrable de domaines superficiels ouverts, en chaque point desquels l'ensemble des demi-droites limites est tout entier d'un côté d'un plan attaché à ce point.

II. Soit l'équation $f(x, y, z, p, q) = 0$ dont le cône élémentaire, en chaque point M, est un cône convexe contenant à son intérieur le cône de révolution de sommet M, d'axe parallèle à Oz et de demi-angle au sommet α, où α est constant. Nous dirons qu'un morceau de surface $z = \varphi(x, y)$ est une *intégrale généralisée de* $f = 0$, si, *en chaque point de* $z = \varphi(x, y)$, *l'ensemble des demi-droites limites ne contient aucun rayon intérieur au cône élémentaire, mais contient au moins un rayon situé sur sa surface.* Chaque intégrale généralisée est une surface rectifiable de Lebesgue et admet à ce titre un plan tangent presque partout. Cette notion d'intégrale généralisée est mise en relation avec la notion des enveloppes, au sens de M. Georges Durand, par le théorème suivant : *soit* E *un ensemble fermé et borné du plan* xOy*; les caractéristiques issues de chaque point de* E *engendrent une surface intégrale, appelée le conoïde caractéristique ayant pour sommet ce point;* cela posé, l'*enveloppe* (définie par réunion) *de ces divers conoïdes pour tous les points de* E est une intégrale généralisée de $f = 0$ (au sens précédent). Notamment la plus courte distance d'un point à un ensemble E du plan xOy est une intégrale généralisée de l'équation $p^2 + q^2 = 1$.

THÉORIE DU POTENTIEL. — *Sur une application des intégrales de Stieltjes au problème de Neumann.* Note (¹) de M. **M. Gunther**, transmise par M. Hadamard.

1. Le but de cette Note est d'indiquer, sur l'exemple du problème de Neumann, quel profit on peut tirer en introduisant les intégrales de Stieltjes (²) pour les recherches dans lesquelles intervient comme inconnue

(¹) Séance du 16 septembre 1929.

(²) Radon, *Sitzungsberichte der Academie der Wissenschaften in Wien*, 122, 1913, p. 1295. — N. Gunther, *Comptes rendus*, 183, 1926, p. 551 ; *Bulletin de l'Académie de l'U. R. S. S.*, 21, 1927, p. 63 ; *Travaux du Congrès des mathématiciens russes à Moscou*, 1928, p. 193.

auxiliaire une fonction intégrable non continue par la substitution à la place d'une pareille fonction, mal définie par essence de sa valeur moyenne.

2. Supposons, pour fixer les idées, qu'une seule surface (S) répondant à trois conditions bien connues de Liapounoff, divise l'espace en deux domaines $(\mathcal{D}_i)$ et $(\mathcal{D}_e)$. Nous convenons que $(\mathcal{D}_e)$ contient le point à l'infini et que la normale à (S) est dirigée vers $(\mathcal{D}_e)$.

Désignons par (σ) les portions de (S). Supposons, que $U^{(\sigma)}$ est une fonction moyenne additive et à variation bornée des (σ), c'est-à-dire une fonction des (σ) répondant aux conditions

$$(1) \qquad \begin{gathered} U^{(\sigma_1)}(\sigma_1 + U^{(\sigma_2)}(\sigma_2) = U^{(\sigma_1+\sigma_2)}(\sigma_1 + \sigma_2) \\ |U^{(\sigma_1)}|\sigma_1 + \ldots + |U^{(\sigma_n)}|\sigma_n < B \end{gathered}$$

pour toutes les $\sigma_{11}, \ldots, \sigma_{22}$ et chaque n, σ_{11} étant les parties dans lesquelles est divisé (S). L'intégrale de Stieltjes sera la limite

$$\int_{(S)} U^{(\sigma)} \mathcal{F}\, ds = \sum_{i=1}^{i=n} U^{(\sigma_i)} \mathcal{F}_i \sigma_i, \quad n \to \infty, \quad \sigma_i \to 0, \; \mathfrak{M}_i \text{ étant dans } (\sigma_i).$$

qui existe, si la fonction $\mathcal{F}$ est continue.

Désignons encore par $B(\sigma)\sigma$ la limite supérieure de la somme

$$|U^{(\sigma_1)}|\sigma_1 + \ldots + |u^{(\sigma_n)}|\sigma_n, \qquad \sigma_1 + \ldots + \sigma_n = \sigma.$$

Si pour chaque ε on peut assigner un nombre σ_0 tel qu'on ait

$$B(\sigma)\sigma < \varepsilon, \qquad \text{pour } \sigma < \sigma_0,$$

nous dirons que $u^{(\sigma)}$ est absolument continue.

S'il existe une fonction f sommable sur (S), bornée ou non, et telle que

$$U^{(\sigma)} = \frac{1}{\sigma} \int_{(S)} f\, d\sigma,$$

$U^{(\sigma)}$ est absolument continue et réciproquement. Nous dirons que $U^{(\sigma)}$ est la moyenne de f. Si l'égalité (1) subsiste, on a

$$\int_{(S)} U^{(\sigma)} f\, d\sigma = \int_{(S)} f\, d\sigma.$$

3. Supposons que dans l'intérieur de $(\mathcal{D}_i)$ ou de $(\mathcal{D}_e)$, soit donnée une fonction harmonique V. Soit (σ') une portion d'une surface située dans

l'intérieur de $(\mathcal{D}_i)$ ou $(\mathcal{D}_e)$ et désignons l'expression

$$\sigma'(V) = \frac{1}{\sigma'}\int_{(\sigma')}\frac{dV}{dn}\,d\sigma,$$

$\frac{dV}{dn}$ étant la dérivée normale sur (σ'), le flux moyen par (σ').

Si (σ') tend à se confondre avec (σ) sur (S), $\sigma'(V)$ peut avoir une limite indépendante du choix de (σ'); désignons cette limite par $\sigma_i(V)$ ou $\sigma_e(V)$.

4. Envisageons un potentiel de simple couche

$$V = \int_{(S_1)} U^{(\sigma_1)}\frac{d\sigma_1}{r_{10}},$$

où r_{10} est la distance entre les points M_0 et M_1, dirigée vers M_1, (σ_1) contenant le point M_1. Il est aisé de démontrer que $\sigma_i(V)$ et $\sigma_e(V)$ existent si $u^{(\sigma)}$ est absolument continue, et qu'on a

$$\sigma_i(V) = \sigma(V) + 2\pi U^{(\sigma)}, \qquad \sigma_e(V) = \sigma(V) - 2\pi U^{(\sigma)},$$

où

$$\sigma(V) = \int_{(S_1)} U^{(\sigma_1)} K^{(\sigma)}(1)\,d\sigma_1, \qquad K^{(\sigma)}(1) = \frac{1}{\sigma}\int_{(\sigma)}\frac{\cos(r_{10}\mathcal{N}_0)}{r_{10}^2}\,d\sigma.$$

5. Ceci conduit au problème suivant : étant donnée une fonction moyenne additive, à variation bornée et absolument continue $U^{(\sigma)}$; construire dans l'intérieur de $(\mathcal{D}_i)$ ou $(\mathcal{D}_e)$ une fonction harmonique V telle que

$$\sigma_i(V) = U^{(\sigma)} \quad \text{ou} \quad \sigma_e(V) = U^{(\sigma)}.$$

Ayant posé

$$V = -\frac{1}{2\pi}\int_{(S_1)} \mu^{(\sigma_1)}\frac{d\sigma_1}{r_{10}},$$

on réduit le problème à la discussion de l'équation

$$\mu^{(\sigma)} = -\frac{\xi}{2\pi}\int_{(S_1)} K^{(\sigma)}(1)\,\mu^{(\sigma_1)}\,d\sigma_1 + U^{(\sigma)},$$

qui appartient au type des équations que j'ai envisagées dans ma Communication au Congrès des mathématiciens à Bologne. Si l'on pose

$$V_1 = -\frac{1}{2\pi}\int_{(S_1)}\frac{U^{(\sigma_1)}\,d\sigma_1}{r_{10}}, \qquad V_k = -\frac{1}{2\pi}\int_{(S_1)}\sigma(V_{k-1})\frac{d\sigma_1}{r_{10}},$$

la solution du problème intérieur (sous la condition

$$U^{(S)} = 0)$$

est la série

(2) $$V = -\frac{1}{2}\left\{V_1 + (V_2 + V_1) + \ldots\right\};$$

pour la solution du problème extérieur, on trouve la série

(3) $$V = \frac{1}{2}\left\{V_1 - (V_2 - V_1) + (V_3 - V_2) - \ldots\right\}.$$

La fonction moyenne $\mu^{(\sigma)}$ est absolument continue.

6. Si $U^{(\sigma)}$ est donnée par (1), la fonction trouvée V a une dérivée normale en chaque point de (S), où f est continue et l'on a en ce point

$$\frac{dV_i}{dn} = -f, \quad \text{respectivement} \quad \frac{dV_e}{dn} = f.$$

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur certains mouvements stationnaires plans des liquides visqueux incompressibles.* Note [1] de M. **Alfred Rosenblatt.**

Dans une Communication présentée au Congrès International des mathématiciens à Bologne, je me suis occupé des mouvements plans stationnaires des liquides visqueux incompressibles qui ont été étudiés par M. Hamel. J'ai étudié les mouvements qui possèdent des lignes libres de flux, c'est-à-dire des lignes le long desquelles le fluide est en contact avec un fluide parfait. La pression le long de ces lignes est constante et normale à la ligne. Maintenant je supposerai plus généralement deux fluides visqueux F_1, F_2 en contact. On suppose que le long des lignes de contact il n'y a pas de mouvement relatif des fluides.

1. La formule vectorielle donnant la tension Φ_n sur un élément de normale extérieure n est

(1) $$\Phi_n = -p\vec{n} - \frac{2}{3}\mu\theta\vec{n} + 2\mu\frac{d\vec{v}}{dP}\vec{n} - \mu \operatorname{rot}\vec{v} \wedge \vec{n},$$

θ est la dilatation, p la pression moyenne, $\frac{d\vec{v}}{dP}\vec{n}$ l'homographie des vitesses.

Introduisons les coordonnées isométriques φ, χ de M. Hamel. La tension ψ de courant satisfait à l'équation aux dérivées partielles

(2) $$\nu\left[\Delta\Delta\psi + (a^2 + b^2)\Delta\psi + 2\left(a\frac{\partial\Delta\psi}{\partial\varphi} + b\frac{\partial\Delta\psi}{\partial\chi}\right)\right] = \frac{\partial\Delta\psi}{\partial\chi}\frac{\partial\psi}{\partial\varphi} - \frac{\partial\Delta\psi}{\partial\varphi}\frac{\partial\psi}{\partial\chi} - \Delta\psi\left(a\frac{\partial\Delta\psi}{\partial\chi} + b\frac{\partial\Delta\psi}{\partial\varphi}\right),$$

[1] Séance du 26 août 1929.

ν étant le coefficient cinématique de viscosité et a, b des constantes. Envisageons un élément ds d'une ligne de flux, et soit α l'angle de la tangente positive avec l'axe des x, n la normale à ds formant un angle $+\frac{\pi}{2}$ avec la tangente. Les composantes Φ_{nt} et Φ_{nn}, tangentielle et normale de la tension Φ_n qui s'exerce sur ds du côté positif sont données par les expressions

$$(3)\quad \Phi_{nt} = -\frac{4\mu}{(a^2+b^2)r^2} \times \left\{ \Delta\Psi - \Psi_\varphi \frac{\partial}{\partial\varphi}\log(\Psi_\varphi^2 + \Psi_\chi^2) - \Psi_\chi \frac{\partial}{\partial\chi}\log(\Psi_\varphi^2 + \Psi_\chi^2) - (a\Psi_\varphi - b\Psi_\chi) \right\},$$

$$(4)\quad \Phi_{nn} = -p + 2\mu q \frac{\partial\alpha}{\partial n},$$

q étant la valeur absolue de la vitesse.

Pour les mouvements de Hamel $\Psi = F(\varphi)$, et F satisfait à l'équation

$$(5)\quad \nu[F^{\text{IV}} + (a^2+b^2)F'' + 2aF'''] = -bF'F'',$$

ce qui donne

$$(6)\quad \Phi_{nt} = \frac{4\mu}{(a^2+b^2)r^2}(F'' + aF').$$

2. Envisageons en particulier les mouvements *radiaux*. Posons

$$a = 0, \qquad b = -2,$$

on a

$$\varphi = \theta,$$

θ étant l'angle polaire. La vitesse radiale est donnée par l'expression

$$(7)\quad v_r = -\frac{F'}{r},$$

on a donc *effluence* pour $F' < 0$, *influence* pour $F' > 0$.

L'équation (5) intégrée une fois donne

$$(8)\quad \nu(F''' + 4F') - F'^2 = C_\nu,$$

on trouve donc

$$(9)\quad \Phi_{nt} = \frac{\mu F''}{r^2},$$

$$(10)\quad \Phi_{nn} = -\frac{C_\mu}{2r^2}.$$

En désignant par les indices 1, 2 les grandeurs appartenant aux deux

fluides F_1, F_2, nous avons, le long des rayons R de séparation, les trois conditions ($u = F'$)

$$(\mathrm{I})\quad u_1 = u_2, \qquad (\mathrm{II})\quad C_1\mu_1 = C_2\mu_2, \qquad (\mathrm{III})\quad u'_1\mu_1 = u'_2\mu_2.$$

L'équation (8) intégrée donne

$$(11)\qquad u'^2 = -4u^2 + \frac{2}{3\nu}u^3 + Cu + C'.$$

Les valeurs de u qui correspondent aux rayons R sont donc racines de l'équation du troisième degré

$$(12)\quad \frac{2}{3}(\mu_1\rho_1 - \mu_2\rho_2)u^3 - 4(\mu_1^2 - \mu_2^2)u^2 + C_1\mu_1(\mu_1 - \mu_2)u + C'_1\mu_1^2 - C'_2\mu_2^2 = 0.$$

Soient R_1, R_2 les deux rayons de séparation, θ_1, θ_2 les angles $\geqq 0$ et $\leqq 2\pi$ de ces rayons et supposons $\theta_2 > \theta_1$, F_1 entre R_2 et R_1, F_2 entre R_1 et R_2. Soient u^1, u^2 les valeurs de u correspondant à R_1 et à R_2. Nous avons

$$(13)\qquad \theta_1 + 2\pi - \theta_2 = \sqrt{\frac{3\rho_1}{2}}\int_{u_2}^{u_1}\frac{du}{\sqrt{(u-e_1^1)(u-e_2^1)(u-e_3^1)}},$$

$$\theta_2 - \theta_1 = \sqrt{\frac{3\rho_2}{2}}\int_{u_1}^{u_2}\frac{du}{\sqrt{(u-e_1^2)(u-e_2^2)(u-e_3^2)}},$$

donc,

$$(14)\qquad 2\pi = \sqrt{\frac{3\rho_1}{2}}\int_{u_2}^{u_1}\frac{du}{\sqrt{(u-e_1^1)(u-e_2^1)(u-e_3^1)}} + \sqrt{\frac{3\rho_2}{2}}\int_{u_1}^{u_2}\frac{du}{\sqrt{(u-e_1^2)(u-e_2^2)(u-e_3^2)}}.$$

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur une formule empirique donnant la répartition du débit à la surface d'un orifice circulaire.* Note [1] de M. **R. Mazet.**

Considérons, dans une paroi horizontale indéfinie, un orifice circulaire de rayon a, par lequel un liquide s'écoule dans le vide en régime permanent symétrique irrotationnel, et appelons r la distance d'un point à la verticale du centre, z sa distance au plan de l'orifice (positive vers le haut). Les vitesses dérivent d'un potentiel $\varphi(r, z)$ évidemment régulier à l'intérieur du liquide et borné sur la circonférence limitant l'orifice. On peut donc

---

[1] Séance du 16 septembre 1929.

admettre que, sur l'orifice même ($r \leqq a$), la fonction $\varphi(r, o)$ a, eu égard à la symétrie, un développement de la forme

$$(1) \qquad \lambda_0 + \lambda_1 \frac{r^2}{a^2} + \lambda_2 \frac{r^4}{a^4} + \ldots.$$

Il en résulte pour la vitesse normale

$$(2) \qquad \varphi'_N = -\varphi'_z(r, o) = -\frac{2}{\pi} \int_r^a \frac{du}{\sqrt{u^2 - r^2}} \int_0^u (\varphi'_{r'} + r'\varphi''_{r'^2}) \frac{dr'}{\sqrt{u^2 - r'^2}}$$

un développement de la forme

$$(3) \qquad V_0 \sqrt{1 - \frac{r^2}{a^2}} \left(c_0 + c_1 \frac{r^2}{a^2} + c_2 \frac{r^4}{a^4} + \ldots \right),$$

où V_0 désigne la vitesse au bord de l'orifice ($V_0 = \sqrt{2gh}$). On peut donc écrire, en définitive, posant $s = \frac{r^2}{a^2}$,

$$(4) \qquad \varphi'_N = V_0 \sqrt{1 - s}\,(c_0 + c_1 s + c_2 s^2 + \ldots).$$

φ'_N et le coefficient de contraction m doivent vérifier les relations [1]

$$(5) \qquad m V_0 = \int_0^1 \varphi'_N \, ds,$$

$$(6) \qquad m = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \int_0^1 \frac{V^2(\beta)}{V_0^2} \frac{d\beta}{\beta^2},$$

$$(7) \qquad V(\beta) = \frac{\beta}{\pi} \int_0^1 \varphi'_N \, ds \int_0^{\frac{\pi}{2}} (1 - \beta s \sin^2\alpha)^{-\frac{3}{2}} d\alpha,$$

$V(\beta)$ désignant la vitesse sur la paroi horizontale à la distance R du centre $\left(R \geqq a\text{; on a posé } \beta = \frac{a^2}{R^2}\right)$. En particulier, pour $R = a$, on doit avoir

$$(8) \qquad V_0 = \frac{1}{\pi} \int_0^1 \varphi'_N \, ds \int_0^{\frac{\pi}{2}} (1 - s \sin^2\alpha)^{-\frac{3}{2}} d\alpha.$$

Ces données sont évidemment insuffisantes pour déterminer les coefficients $c_0, c_1, c_2, \ldots$ Nous allons néanmoins nous en servir pour substituer à la formule (4) une formule empirique approchée en essayant, suivant une

(1) A. BOULANGER, *Hydraulique générale* (Paris, Octave Doin et fils, 1909), 2, p. 17, 21, 23.

méthode très analogue à celle dont s'est servi M. Boussinesq (1), de donner à $\frac{c_1}{c_0}, \frac{c_2}{c_0}, \ldots$ des valeurs aussi simples que possible et telles que l'expression de φ'_N vérifie, avec une approximation satisfaisante, les relations (5) et (6).

Posons donc

$$\varphi'_N = c_0 V_0 \sqrt{1-s}(1+\gamma_n s^n)$$

et cherchons pour n et γ_n des nombres entiers simples. En prenant successivement $n=1$, $n=2$, $n=3$, ..., on constate que le cas dans lequel les équations (5) et (8) sont le mieux vérifiées par les valeurs expérimentales $c_0 = 0,63$ et $m = 0,62$ est celui de $n = 2$. On a en effet dans ce cas,

$$(5') \qquad m = \frac{2}{3} c_0 \left(1 + \frac{8}{35}\gamma^2\right).$$

$$(8') \qquad 1 = \frac{1}{\pi} c_0 \left(I + \frac{31}{64}\gamma_2\right) \qquad \left(I = \int_0^1 L\frac{1+x}{1-x}\frac{dx}{x} = 2,4674\ldots\right).$$

En remplaçant dans (8') c_0 par 0,63, il vient

$$\gamma_2 = 2,06,$$

d'où, en portant dans (5'),

$$m = 0,98 c_0 = 0,62.$$

On est donc conduit à prendre $n = 2$ et $\gamma_n = 2$, d'où la formule assez simple

$$(9) \qquad \varphi'_N = c_0 V_0 \sqrt{1-s}(1+2s^2).$$

Inversement on peut, en admettant cette formule, calculer c_0 et m à l'aide des relations (5) et (8). On trouve ainsi $c_0 = 0,64$ et $m = 0,62$.

On peut vérifier la validité pratique de la formule (9) de deux façons : 1° en calculant m au moyen de (6) et de (9); on trouve, après un calcul assez laborieux dont le principe a été indiqué par M. Boussinesq (2),

$$\int_0^1 \frac{V^2}{V_0^2}\frac{d\beta}{\beta^2} = 0,20 \qquad \text{d'où} \qquad m = 0,60;$$

2° en calculant $\varphi'_r(r, 0)$ pour $r \leqq a$ au moyen de (2) et de (9); connaissant alors $\varphi'_z(r, 0)$ et $\varphi'_r(r, 0)$, on en déduit la vitesse en chaque point de

(1) A. Boulanger, *loc. cit.*, p. 24.

(2) J. Boussinesq, *Sur la théorie de l'écoulement des liquides* (*Journal de Physique*, 3e série, 1, 1892, p. 265-285), p. 274-277.

l'orifice et, par suite, la pression. On trouve, pour

$$\frac{r}{a} = 0 \quad 0,1 \quad 0,2 \quad 0,3 \quad 0,4 \quad 0,5 \quad 0,6 \quad 0,7,$$

$$\frac{p-p_0}{h} = 0,59 \quad 0,59 \quad 0,60 \quad 0,60 \quad 0,60 \quad 0,59 \quad 0,55 \quad 0,47,$$

valeurs qui se rapprochent sensiblement des valeurs moyennes expérimentales [1] :

$$\frac{p-p_0}{h} = 0,59 \quad 0,60 \quad 0,59 \quad 0,57 \quad 0,56 \quad 0,55 \quad 0,54 \quad 0,51.$$

COSMOGONIE. — *Sur une formule empirique donnant les distances auxquelles se sont formés les anneaux successifs de l'hypothèse nébuleuse.* Note de M. **A. Auric**, transmise par M. E. Fichot.

L'échec à peu près certain des formules empiriques donnant la loi des distances des planètes au Soleil, en présence de l'harmonie incontestable qui règne dans le système solaire, semble indiquer que le problème a été mal posé et qu'il serait préférable de chercher une loi empirique donnant les distances auxquelles se sont formés les anneaux successifs de l'hypothèse nébuleuse.

On peut penser en effet, si l'on admet les considérations développées par Roche et par Poincaré dans leurs études théoriques sur la formation de chacun des anneaux, qu'au commencement de cette opération, le rayon de la nébuleuse possédait certaines propriétés du fait de l'équilibre mécanique et thermodynamique de son arête extérieure équatoriale avec le milieu ambiant. Dès lors, si une loi existe, elle doit viser ces distances mêmes et non celles toujours incertaines et aléatoires auxquelles se formeront ultérieurement les planètes au sein de leurs anneaux respectifs.

De fait, il est très facile, après quelques essais, de trouver une formule simple (dans l'espèce, une progression géométrique) donnant les distances d de formation des anneaux et encadrant très convenablement les huit planètes connues et l'anneau des astéroïdes.

Cette formule est la suivante :

$$d = r(1,764)^n.$$

(1) H. Bazin, *Expériences sur la contraction des veines liquides* (*Mém. prés. à l'Ac. des Sc.*, 32, iv, 1896).

dans laquelle r représente le rayon du Soleil, et n le rang de l'anneau correspondant. Le tableau ci-après donne, dans la deuxième colonne, les distances actuelles des planètes et, dans la troisième, les distances des anneaux qui leur ont donné naissance et l'on constate une succession de celles-ci très satisfaisante.

Tableau donnant les distances au Soleil des anneaux au sein desquels se sont formées les planètes.

	Planètes.	Limites des anneaux.	Observations.
		0,00465	
1er anneau.......	0,0064		
		0,0082	
2e anneau........	0,0113		
		0,0145	
3e anneau........	0,02		
		0,0255	
4e anneau........	0,0352		
		0,045	
5e anneau........	0,062		
		0,079	Formule donnant les distances au Soleil des anneaux successifs : $\frac{d}{r}=(1,764)^n$, r = rayon du Soleil = 0,00465 U. A.
6e anneau........	0,109		
		0,140	
7e anneau........	0,193		
		0,247	
Mercure..........	0,387		
		0,436	
Vénus...........	0,7233		
		0,769	
Terre...........	1		
		1,357	
Mars............	1,5236		
		2,394	
Astéroïdes.......	1,95 4,25		
		4,224	
Jupiter..........	5,202		
		7,451	
Saturne.........	9,555		
		13,14	
Uranus..........	19,218		
		23,18	
Neptune.........	30,109		
		40,90	

Il résulte de ce tableau qu'il faut admettre l'existence de sept anneaux intramercuriels pour lesquels on ignore encore s'ils se sont maintenus à l'état d'anneaux ou s'ils ont donné naissance à une petite planète.

On retombe ainsi sur une idée déjà émise par Gaussin dans la loi qu'il a publiée aux *Comptes rendus* de la Séance du 8 mars 1880. La loi des distances des planètes elles-mêmes qu'il avait établie à cette époque avait la forme suivante et donnait des résultats légèrement inférieurs

$$d=r(1,723)^n.$$

Elle admettait sept anneaux intramercuriels et l'on peut dire que notre tableau n'est qu'un réajustement de celui déjà dressé par Gaussin.

HYDROGRAPHIE. — *Sur la région volcanique sous-marine des îles Catwick.* Note [1] de M. **P. Marti**, présentée par M. E. Fichot.

Au cours de sa séance du 22 mai 1923, l'Académie a reçu la communication faite par M. le Ministre de la Marine d'un rapport de M. l'ingénieur hydrographe principal Pélissier, directeur des travaux de la Mission hydrographique de l'Indochine, concernant la formation d'une île volcanique nouvelle au sud de Poulo Cecir de Mer.

Cette île, constituée par un amoncellement de matériaux finement fragmentés projetés par une cheminée volcanique sous-marine, fut rongée assez vite par les lames malgré ses dimensions relativement importantes (longueur 400^m, hauteur 30^m), et disparut complètement sous l'eau quelques mois après sa formation. L'action continue de la houle, déferlant d'abord sur le nouveau haut-fond, puis, même sans déferler, déplaçant constamment les matériaux d'un mouvement alternatif de va et vient, finit par niveler le sol à environ 25^m sous la surface de l'eau, cote probablement limite résultant à la fois de la longueur d'onde des houles les plus fréquentes en ces parages et de la dimension des grains de scories composant le haut-fond.

Actuellement ce volcan n'est plus marqué que par un tumulus sous-marin sensiblement circulaire recouvert de scories noires de petites dimensions; la tête du haut-fond, absolument plate, a environ 200^m de diamètre; ses flancs sont relativement inclinés; son embase, située par 100^m de profondeur, n'a que 800^m de diamètre.

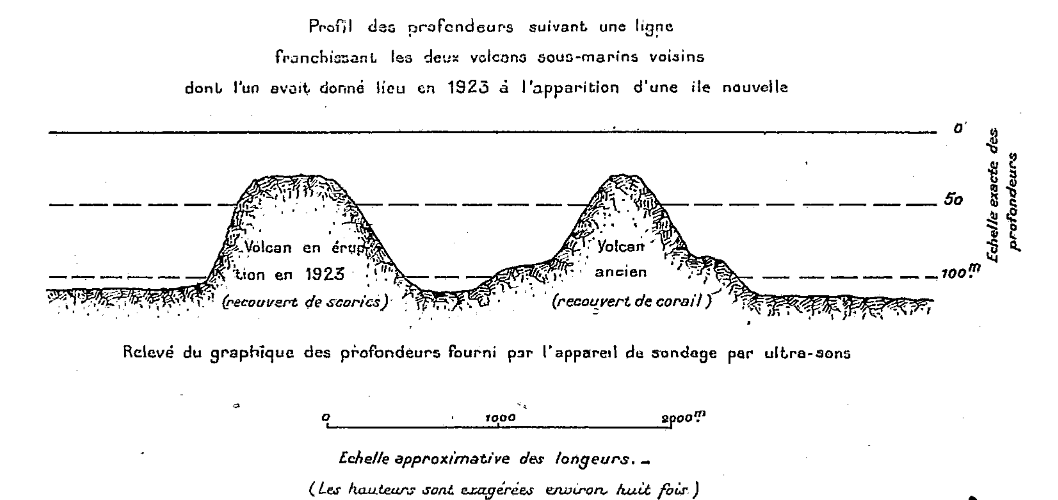
A 2^{km} environ dans l'est de ce volcan existe un autre haut-fond analogue, de même dimension et de même cote, ayant très probablement aussi une origine volcanique; peut-être a-t-il, lui aussi provoqué autrefois l'apparition d'une île peu consistante détruite rapidement par la mer. On distingue cependant cet autre haut-fond, d'une part à une margelle très nette que l'on remarque à la profondeur de 80^m environ sur ses flancs, d'autre part à l'existence de végétaux et coraux sur son sommet : ces derniers de couleur claire, permettant d'apercevoir le sol lorsque le soleil est haut sur l'horizon, ce qui est impossible sur le volcan récemment en activité, recouvert de matériaux noirs.

A quelques kilomètres dans le Sud se trouvent encore deux autres hauts-fonds analogues, qui sont vraisemblablement aussi d'anciens volcans.

---

[1] Séance du 16 septembre 1929.

La petite dimension de ces hauts-fonds a rendu leur recherche particulièrement difficile, bien que certains d'entre eux aient été révélés par les remous qu'ils provoquaient aux heures des forts courants de marée. Le travail d'exploration a été effectué au moyen des appareils modernes de sondage par ultra-sons, qui donnent automatiquement le profil des profondeurs rencontrées par le navire pendant sa marche. Nous donnons ci-après le profil obtenu lors du passage du bâtiment sondeur successivement sur les deux premiers volcans sous-marins ici mentionnés.



Le plissement de la croûte terrestre dans lequel se trouve le groupe des quatre volcans sous-marins de cette région semble constituer à peu près une ligne droite orientée au Sud 20° Est, ayant une centaine de kilomètres de longueur et comprenant du Nord au Sud : l'ensemble émergeant de l'île de Poulo Cecir de Mer et de ses dépendances, quelques hauts-fonds cotés de 30 à 40^m, la roche sous-marine Yusun cotée 7^m, le groupe des volcans sous-marins dont nous venons de parler, les deux rochers émergeant Poulo Sapate (111^m) et Petite Catwick (18^m), la roche sous-marine Julia cotée 6^m, enfin quelques hauts-fonds situés plus au Sud encore et qui sont eux-mêmes vraisemblablement des volcans sous-marins, si l'on en juge par leur forme, l'un d'eux coté 27^m, étant probablement l'origine d'une indication de danger de nature douteuse portée jusqu'ici sur les cartes marines à quelques milles au Sud de Poulo Sapate. Quelques hauts-fonds, eux-mêmes sans doute d'origine volcanique, existent d'ailleurs à certaine distance en dehors de cette ligne droite.

PHYSIQUE. — *Force moyenne exercée par la vibration stationnaire d'une corde sur un anneau dans lequel la corde passe.* Note [1] de M. **Takeuchi**, transmise par M. de Broglie.

Une corde est attachée en un point fixe P et traverse un anneau O. Nous supposerons que l'anneau est capable de se déplacer le long de la corde et que la position de l'anneau constitue une liaison. Soit l la longueur de la corde vibrante, c'est-à-dire la distance entre les points extrêmes P et O. Un mode vibratoire possible comprendra, par exemple, n ventres et $n-1$ nœuds. Entre les points extrêmes la corde est tendue horizontalement. Soit m la densité linéaire de la corde, ν la fréquence de la vibration transversale et $2a$ l'amplitude maximum. L'énergie totale de la vibration est égale à la somme des énergies des deux ondes sinusoïdales qui constituent la vibration, et sera alors donnée par la formule suivante

$$E = 2 \times (2\pi^2 m\nu^2 a^2 l). \tag{1}$$

On a, d'autre part, pour la valeur de la fréquence,

$$\nu = V\bigg/\frac{2l}{n} = \sqrt{\frac{T}{m}}\bigg/\frac{2l}{n}, \tag{2}$$

V représentant la vitesse de propagation des ondes transversales et T la tension de la corde. La formule (2) nous permet d'écrire

$$E = \pi^2 \frac{n^2}{l} a^2 T. \tag{1 bis}$$

La vibration stationnaire est donnée par l'expression

$$y = 2a \sin\left(2\pi\bigg/\frac{2l}{n}\cdot x\right)\cos\left(2\pi\bigg/\frac{2l}{n}\cdot V t\right), \tag{3}$$

l'axe des x étant pris dans le sens longitudinal, l'axe des y dans le sens transversal et t désignant le temps. Notre vibration est supposée de petite amplitude. Nous prendrons donc l'angle d'inclinaison de la corde sur l'horizon

$$\theta \approx \sin\theta \approx \operatorname{tang}\theta = \frac{dy}{dx}, \tag{4}$$

---

[1] Séance du 9 septembre 1929.

et nous aurons pour valeur moyenne à l'endroit où se trouve l'anneau

$$\sqrt{\overline{\theta^2}} = \frac{2an\pi}{\sqrt{2}\,l}. \qquad (5)$$

En composant les deux tensions T égales, mais de directions différentes qui agissent sur l'anneau, on trouve qu'il reste une force moyenne

$$\overline{F} = T(\overline{1 - \cos\theta}) = 2T\,\overline{\sin^2\frac{\theta}{2}} \approx T\,\frac{\overline{\theta^2}}{2}, \qquad (6)$$

qui par (5) et (1 *bis*) est égale à

$$T\frac{a^2n^2\pi^2}{l^2} = \frac{E}{l}.$$

La force latérale est nulle en moyenne. Cette relation a déjà été obtenue par lord Rayleigh. Mais je crois que le calcul ci-dessus est intéressant par son caractère très élémentaire. L'anneau se déplace le long de la corde quand il est libre. Le travail sera emprunté à l'énergie de vibration de la corde.

PHOTOÉLECTRICITÉ. — *Influence de la température sur les forces électromotrices photovoltaïques.* Note [1] de M. G. **Athanasiu**, transmise par M. A. Cotton.

M. Rigollot [2] avait montré que la force électromotrice photovoltaïque des piles à électrodes de cuivre oxydé plongeant dans différents électrolytes augmente quand la température diminue.

Récemment, S. Iiomori et T. Takebe [3] ont mis en évidence le même phénomène pour les piles à électrodes d'argent recouvertes d'iodure d'argent.

Je me suis proposé d'étudier cette variation de la force électromotrice photovoltaïque avec la température pour un nombre plus grand d'électrodes sensibles étudiées dans des conditions expérimentales identiques. Les électrodes qui m'ont servi sont les suivantes : Ag-AgI, Ag-AgBr, $Hg\text{-}Hg^2I^2$, Cu-Cu oxydé et $Ag\text{-}Ag^2S$.

Les expériences ont été faites en *lumière monochromatique* en choisissant, en général, pour chaque pile, une radiation située dans la région du spectre donnant l'effet photovoltaïque maximum. La pile était constituée par un vase cylindrique hori-

(1) Séance du 16 septembre 1929.

(2) H. Rigollot, *Thèse de Lyon*, 1897, p. 21.

(3) S. Iimori et T. Takebe, *Sc. Papers Inst. Phys. Res. Tokyo*, 139, 1928, p. 137.

zontal, en verre, contenant l'électrolyte et les deux électrodes sensibles qui étaient parallèles à l'axe du cylindre. Par une tubulure verticale, un thermomètre plongeait dans la solution entre les deux électrodes; par une autre tubulure verticale, la lumière sortant d'un monochromateur, tombait sur une des électrodes. On pouvait mesurer l'énergie des radiations à l'aide d'une pile thermo-électrique reliée à un galvanomètre. Un vase de forme différente a été utilisé pour les piles à électrodes de mercure.

Toute la pile photovoltaïque était contenue dans une cuve permettant d'obtenir des températures comprises entre 0° et 40°C. On a obtenu les résultats les plus réguliers en faisant décroître la température de la pile depuis la température habituelle (15-20°) jusqu'à 0°C.

Résultats. — *Pour toutes les piles mentionnées j'ai trouvé une augmentation de la f. é. m. photovoltaïque quand la température diminue.* Cette augmentation est grande pour les piles à électrodes Ag-AgI, $Ag-Ag^2S$ et Cu-Cu oxydé et elle est plus petite pour les piles à électrodes Ag-AgBr. Enfin pour la pile à électrodes $Hg-Hg^2I^2$ les résultats ne m'ont pas paru toujours réguliers.

Ainsi pour la pile Cu-Cu oxydé/KCl/Cu-Cu oxydé, éclairée avec $\lambda 0^\mu,540$, j'ai obtenu dans une expérience une f. é. m. photovoltaïque de 17.10^{-5} volt à 12°C. et 38.10^{-5} volt à 3°C. Pour une pile

$$Ag\text{-}AgI/SO^4H^2/Ag\text{-}AgI$$

la f. é. m. produite par la radiation $\lambda 0^\mu,420$ augmentait de 43.10^{-5} volt à 81.10^{-5} volt quand la température tombait de 13°C. à 1°C. Des variations plus petites ont été observées sur la pile $Ag\text{-}AgBr/SO^4H^2/Ag\text{-}AgBr$ éclairée par $\lambda 0^\mu,430$. La f. é. m. photovoltaïque négative variait de 38.10^{-5} à 47.10^{-5} volt quand la température s'abaissait de 16°C. à 2°C.

Sur les piles à électrodes $Ag-Ag^2S$ j'ai étudié l'effet de la température pour plusieurs radiations monochromatiques différentes dans le but de chercher si l'augmentation de la f. é. m. photovoltaïque varie avec la longueur d'onde. Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

Pile $Ag\text{-}Ag^2S/SO^4H^2/Ag\text{-}Ag^2S$.

Température de la pile.	F. é. m photovoltaïque négative produite par les radiations monochromatiques :		
	$0^\mu,650$.	$0^\mu,800$.	1^μ.
°C.			
18,5............	$46,7.10^{-5}$ volt	97.10^{-5} volt	170.10^{-5} volt
14...............	65,0 »	138 »	247 »
9...............	83,3 »	175 »	330 »
7,75...........	97,1 »	194 »	362 »
5..............	112,0 »	224 »	415 »
2,5.............	125,0 »	256 »	480 »

Le tableau permet de calculer, pour chaque radiation le rapport des f. é. m. pour un intervalle de 10°C. (coefficient de température). En faisant ce calcul pour l'intervalle de 2°, 5 à 11°C. on obtient pour les radiations $0^{\mu},650$, $0^{\mu},800$ et 1^{μ} les coefficients de température 1,67; 1,60 et 1,68.

Ceci montre que le coefficient de température de cette pile reste sensiblement le même dans l'intervalle des longueurs d'onde $0^{\mu},650$ à 1^{μ}.

Explication des phénomènes observés. — La grande variation de la f. é. m. photovoltaïque avec la température montre, une fois de plus, l'impossibilité d'expliquer les courants photovoltaïques par simple identification avec l'émission photoélectrique extérieure. Dans une Note antérieure (1) j'ai signalé d'autres faits conduisant à la même conclusion. Comme je l'ai expliqué alors, il faut considérer les phénomènes se passant sur les électrodes éclairées comme aboutissant à des transformations photochimiques en principe reversibles.

Pour expliquer l'effet de la température on peut supposer que les deux réactions contraires : la réaction photochimique directe et la réaction inverse, qui tend à reformer la substance sensible décomposée par la lumière, sont inégalement influencées par la température. La réaction directe serait une réaction photochimique peu influencée par la température, pendant que la réaction inverse serait une réaction thermique qu'une élévation de température favoriserait.

Le fait observé pour les électrodes $Ag — Ag^2S$ que le coefficient de température ne varie que très peu avec la longueur d'onde de la radiation agissante serait favorable à l'explication donnée.

THERMOCHIMIE. — *Sur la détermination des chaleurs de dilution des sels hydratés (deuxième méthode).* Note (2) de M. **J. Perreu**, présentée par M. C. Matignon.

Pour certains sels, la méthode de mesure directe des chaleurs de dilution et d'addition que j'ai étudiée dans une précédente Note (3) manque de précision par suite des faibles écarts de température observés. Il est alors préférable d'opérer de la manière suivante :

Dans une première expérience, on introduit un poids P (500^{g}, par

(1) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 786.

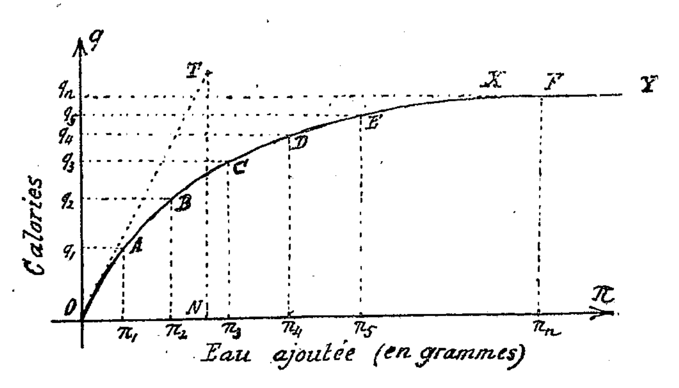
(2) Séance du 9 septembre 1929.

(3) *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 285.

exemple) de solution saturée, de concentration p dans le calorimètre, et l'on immerge dans cette solution une ampoule scellée renfermant π_1 grammes d'eau (100^g, je suppose).

On mesure la chaleur q_1 dégagée par cette dilution qui fait passer la solution de la concentration p à la concentration p_1. On effectue ainsi plusieurs opérations, en partant chaque fois d'une solution saturée que l'on amène à des concentrations décroissantes, p_2, p_3, ..., p_4, ..., et l'on s'arrête lorsque le titre obtenu est le même que dans la mesure de la chaleur initiale (chaleur de dissolution moléculaire du sel dans un grand excès d'eau) X_N. Pour chaque mesure, on rapporte la chaleur dégagée q et la masse d'eau ajoutée π à un même poids P de solution saturée. La courbe $q = f(\pi)$ présente un palier XY. En multipliant l'ordonnée q_n de ce palier par le rapport $k = \frac{(100 + p)M}{p.P}$ de la masse moléculaire M du sel, au poids de ce sel renfermé dans P grammes de solution saturée, on trouve la chaleur de dilution moléculaire Δ de la solution saturée.

On recommence la même opération pour les distances $q_n - q_1$, $q_n - q_2$, ...



des points A, B, ... de la courbe, ce qui donne les chaleurs de dilution moléculaires des solutions de concentrations p_1, p_2, ...

Le coefficient angulaire $\alpha = \frac{dq}{d\pi}$ de la tangente OT à l'origine, à la courbe précédente, représente la chaleur mise en jeu par l'addition de 1^g d'eau à un grand excès de solution saturée. En multipliant α par la masse d'eau libre, $\frac{100\,M}{p}$, qui dissout à saturation la molécule — gramme de sel hydraté, on obtient la chaleur d'addition $A = -nf'(n)$ (satur.).

Voici les résultats que j'ai trouvés pour les sels ci-dessous, à la température de 12°.

Concentrations initiales.	Concentrations finales.	Poids de la solution saturée.	Eau ajoutée.	Δt.	Chaleur dégagée.	Eau ajoutée rapportées à P^g de solution saturée.	Chaleur dégagée rapportées à P^g de solution saturée.	α.	$A = -nf'(n)$ sat.
				$CO^3Na^2.10H^2O$.					
%		g	g	o	cal	g	cal		
49,0	37,75	500 (P)	100,00	−0,255	−143,687	100	−143,687	−1,5	cal −0,875
»	29,85	352,53	151,7	−0,372	−194,145	215,163	−275,36		
»	20	222,034	216,07	−0,453	−224,158	518	−504,8		
«	14,91	130,35	200	−0,503	−164,194	767,15	−629,8		
»	10	123,063	322,1	−0,445	−196,086	1308,7	−797,5		
»	7	103,496	417	−0,365	−189,02	2014,56	−913,2		
»	4	55,465	419	−0,230	−110,89	3775	−992		

Pour les sels suivants, je ne donne ici que la chaleur d'addition, $A = -nf'n$, fournie par cette méthode :

$PO^4HNa^2,12H^2O(-0^c,45)$; $SO^4Na^2,10H^2O(-0^c,95)$; $Cl^2Ba,2H^2O(-0^c,25)$; $SO^4Cu,5H^2O(-0^c,10)$.

Les résultats trouvés permettent de déterminer les chaleurs de dilution moléculaires des solutiens précédemment étudiées ([1]). Pour les solutions de $CO^3Na^2,10H^2O$, $SO^4Na^2,10H^2O$, $Cl^2Ba,2H^2O$ j'obtiens les mêmes valeurs que dans la mesure directe ([2]).

Je communique seulement les chaleurs de dilution obtenues pour les solutions ci-après :

	Concentration des solutions en sel p.	Concentration des solutions en eau n.	Chaleur de dilution $f(n)$ 2e méthode.	Chaleur de dilution $f(n)$ 1re méthode.	$f'(n)$ sat.	$A = -nf'(n)$ sat.
	%		cal	cal		
$SO^4Cu.5H^2O$....	32 (sat.)	43,316	−0,172	−0,17	+0,0022	−0,10
	30	46,203	−0,164	-		
	28	49,504	−0,16	-		
	25	55,44	−0,15	-		
	20	69,305	−0,13	-		
	15	92,406	−0,11	-		

Pour ces deux sels, la méthode directe ne m'avait donné que la chaleur de dilution de la solution saturée ou de solutions voisines de la saturation.

Dans ces tableaux, p désigne le nombre de grammes de sel hydraté dissous dans 100^g d'eau libre, n, le nombre de molécules d'eau libre correspondant à une molécule de sel.

([1]) et ([2]) *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 285.

Cette méthode donne $-0^{cal},10$ pour la chaleur d'addition $A = -nf'(n)$ des solutions saturées de sulfate de cuivre; la chaleur de dissolution limite de ce sel est donc

$$L = -2.75 + 0,17 + 0,10 = -2^{cal},48.$$

La méthode directe avait donné $-2^{cal},44$.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Passage des éthers sulfureux aux éthers chlorosulfoniques et aux éthers sulfuriques neutres.* Note de M. **R. Levaillant**, présentée par M. G. Urbain.

I. *Action du chlore à froid sur les éthers sulfureux; génération des éthers chlorosulfoniques.* — Lorsqu'on envoie un courant de chlore dans du sulfite de méthyle $SO^3(CH^3)^2$ refroidi par glace et sel, le liquide devient très vite lacrymogène, et il se dégage du chlorure de méthyle combustible avec flamme verte. Au bout d'un temps suffisant, le liquide, jusque-là incolore, prend une teinte jaune verdâtre; l'on peut bientôt interrompre l'arrivée du chlore. Une distillation dans le vide fournit alors du chlorosulfonate de méthyle, qui résulte de la réaction :

(1) $$SO^3(CH^3)^2 + Cl^2 = CH^3Cl + SO^2\begin{matrix}\diagup Cl \\ \diagdown OCH^3\end{matrix}$$

Rendement obtenu 90 pour 100. En queue de distillation des traces de sulfate diméthylique apparaissent.

Le sulfite d'éthyle $SO^3(C^2H^5)^2$ et le sulfite de propyle $SO^3(C^3H^7)^2$, soumis au même traitement, donnent respectivement le chlorosulfonate d'éthyle et le chlorosulfonate de propyle.

Exemple : 69^g ($\frac{1}{2}$ mol/g) de sulfite diéthylique refroidis ont reçu du chlore en excès. La formation de chlorure d'éthyle a été constatée. On a recueilli à la distillation 63^g de chlorosulfonate d'éthyle passés vers 53° sous 16^{mm}. Indice du distillat $n_D^{18°} = 1,4174$. Rendement 87 pour 100. Quelques gouttes de sulfate diéthylique sont passées en fin de distillation (à 96° sous 16^{mm}).

Le chlore agissant à froid sur les sulfites d'alcoyles engendre les chlorosulfonates correspondants avec un excellent rendement.

$$SO^3R^2 + Cl^2 = RCl + SO^2\begin{matrix}\diagup Cl \\ \diagdown OR\end{matrix} \quad \text{(R radical alcoolique).}$$

II. *Application au sulfite neutre de β-chloréthyle.* — J'ai préparé facilement ce sulfite $SO^3(CH^2.CH^2Cl)^2$ à partir du chlorure de thionyle $SOCl^2$ et de la monochlorhydrine du glycol $ClCH^2.CH^2OH$.

Utilisant les deux corps en proportions théoriques, on fait tomber lentement la chlorhydrine dans le chlorure de thionyle refroidi par glace. Du gaz chlorhydrique se dégage, avec très peu de gaz sulfureux. On laisse ensuite le système revenir peu à peu à la température ordinaire. Puis le liquide est chauffé au bain-marie et porté graduellement à 100°. Une distillation dans le vide donne enfin le sulfite qui passe à 140°-145° sous 18mm. Le rendement dépasse 75 pour 100.

Ce sulfite est un liquide incolore, à peu près inodore : Éb. 133° sous 12mm; $d_{0^\circ}^{0^\circ} = 1,444$; $d_{0^\circ}^{20^\circ} = 1,422$; $n_D^{20^\circ,5} = 1,481$. Réfraction moléculaire : trouvé 41,43; calculé 41,56 [à partir de 31,83 relatif à $SO^3(C^2H^5)^2$, (tables de Landolt)]. Cl pour 100 : trouvé 34,49; théorique 34,25. Cryoscopie dans la benzine : masse moléculaire trouvée 209 au lieu de 207.

L'action du chlore a été essayée comme il suit :

52g ($\frac{1}{4}$ de mol/g) de sulfite, entourés d'un mélange de glace et de sel, ont reçu du chlore en excès. Le liquide, lacrymogène, a été soumis à distillation, dans un vide partiel d'abord, et l'on a condensé du chlorure d'éthylène $C^2H^4Cl^2$. Puis 39g de chlorosulfonate de β-chloréthyle sont passés à 92° sous 14mm,5. Rendement 87 pour 100. Constantes du distillat $n_D^{21^\circ} = 1,4578$ et $d_{0^\circ}^{0^\circ} = 1,580$.

III. *Action des éthers chlorosulfoniques sur les éthers sulfureux. Génération des sulfates.* — Qu'arrive-t-il si l'action du chlore sur un sulfite est conduite, non plus à froid, mais à température suffisamment élevée? Il ne subsiste plus que très peu de chlorosulfonate; c'est l'éther sulfurique neutre, dont j'ai signalé les traces dans le premier cas, qui devient maintenant le produit principal de la réaction.

Dirigeons un courant de chlore dans du sulfite diméthylique chauffé à 120°-140°; du gaz sulfureux et du chlorure de méthyle s'échappent. Distillons dans le vide; après une faible tête lacrymogène ($ClSO^3CH^3$), le liquide passe entièrement entre 74° et 77° sous 12 à 13mm. C'est du sulfate diméthylique formé d'après :

$$(2) \qquad 2SO^3(CH^3)^2 + Cl^2 = 2CH^3Cl + SO^2 + SO^4(CH^3)^2.$$

Le chlorosulfonate d'abord engendré d'après (1) a dû ensuite réagir à chaud sur le sulfite

$$(3) \qquad SO^2\langle{}^{Cl}_{OCH^3} + SO^3(CH^3)^2 = CH^3Cl + SO^2 + SO^4(CH^3)^2.$$

On est ainsi amené à étudier l'action directe des éthers chlorosulfoniques sur les éthers sulfureux.

Chauffons pendant quelques heures, en élevant peu à peu la température

de 120° à 190°, un mélange équimoléculaire de chlorosulfonate de méthyle et de sulfite de méthyle; du gaz sulfureux et du chlorure de méthyle se dégagent. Après lavage à l'eau et séchage sur sulfate de soude, le liquide distille à 74° sous 11-12^{mm}. Constantes du distillat : $n_D^{10°} = 1,391$; $d_{0°}^{15°} = 1,332$. C'est du sulfate diméthylique. (Rendement obtenu 80 pour 100).

Les chlorosulfonates chauffés avec les sulfites d'alcoyles engendrent les sulfates avec un excellent rendement.

$$SO^2\left\langle{}^{Cl}_{OR}\right. + SO^3R^2 = RCl + SO^2 + SO^4R^2.$$

J'ai appliqué à la préparation du sulfate diéthylique. (Rendement obtenu 95 pour 100).

73^g (0,5 mol/g) de $ClSO^3C^2H^5$ ont été mélangés avec du sulfite d'éthyle en léger excès (76^g, c'est-à-dire 0,55 mol/g). On a chauffé 6 heures à 130-140°, puis 1 heure à 155-160°. Du gaz sulfureux s'est dégagé, et l'on a condensé du chlorure d'éthyle dans une ampoule refroidie. On a ensuite distillé dans le vide. Une légère tête a été recueillie, après quoi tout le reste du liquide a distillé entre 93°,5 et 97° sous 15^{mm}. 73^g de sulfate diéthylique, reconnaissable à ses propriétés physiques, ont été ainsi obtenus.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de quelques mésoporphyrines.* Note [1] de MM. **Hans Fischer** et **Albert Kirrmann**, présentée par M. Georges Urbain.

```
H³C—C═══C—CH²—CH³                 H³C—C═══C—CH²—CH³
   /C     C════════════CH──────────C     C\
       N                              N
HC                                    H              CH
                                      H
       N                              N
   \C     C────────────CH══════════C     C/
H³C—C═══C—(CH²)²COOH     HOOC(CH²)²—C═══C—CH³
```
Mésoporphyrine naturelle.

La formule des porphyrines, proposée par Küster et démontrée par l'un de nous, fait prévoir 15 mésoporphyrines (tétraméthyldiéthyldipropanoïqueporphine) isomères entre elles, dont l'une est celle qui dérive de l'hémoglobine des vertébrés. L'un de nous en a établi la liste avec un numérotage permettant de les désigner rapidement (H. Fischer, *Ber. Chem. Ges.*,

(1) Séance du 16 septembre 1929.

60, 1927, p. 2645) et a réalisé avec différents collaborateurs la synthèse de celles portant les nos II, III, V, IX, XII, le no IX étant la mésoporphyrine naturelle. A ces synthèses, nous ajoutons aujourd'hui celles des mésoporphyrines I, IV, XIV.

Ces synthèses présentent d'une part l'intérêt purement chimique de vérifier la formule de structure et de permettre une comparaison des propriétés, d'autre part l'intérêt biologique de fournir la base nécessaire pour l'identification des mésoporphyrines issues de produits biologiques.

Les synthèses ont été effectuées par fusion dans l'acide succinique des mélanges de dipyrryl-méthènes bromés correspondants, suivant la méthode devenue classique. On a pris les méthènes A et B pour la mésoporphyrine I, A et C pour XIV, D et E pour IV. La synthèse de I et XIV présentait une difficulté du fait que chacun des méthènes peut se souder à une autre molécule du même et former ainsi d'une part une étioporphyrine, d'autre part une coproporphyrine. La séparation se fait aisément par une lessive de soude à 5 pour 100 qui forme avec la mésoporphyrine des sels insolubles.

```
                    H³C—C───C—(CH²)²COOH   H³C—C═══C—(CH²)²COOH
Méthène A.....          ‖   ‖                  |   |
                  Br—C\ /C──────────────C═════C\ //C—CH³
                        N               H       N
                        H

                    H³C—C───C—C²H⁵         H³C—C═══C—C²H⁵
Méthène B.....          ‖   ‖                  |   |
                  Br—C\ /C──────────────C═════C\ //C—CH³
                        N               H       N
                        H

                    H⁵C²—C───C—CH³         H⁵C²—C═══C—CH³
Méthène C.....          ‖   ‖                  |   |
                  Br—C\ /C──────────────C═════C\ //C—CH³
                        N               H       N
                        H

      HOOC(CH²)²—C───C—CH³                 H³C—C═══C—(CH²)²COOH
Méthène D.....          ‖   ‖                  |   |
                   H—C\ /C──────────────C═════C\ //C—H
                        N               H       N
                        H

                    H⁵C²—C───C—CH³         H³C—C═══C—C²H⁵
Méthène E.....          ‖   ‖                  |   |
              BrCH²—C\ /C──────────────C═════C\ //C—CH²Br
                        N               H       N
                        H
```

On a préparé les porphyrines elles-mêmes, leurs éthers-sels méthyliques,

les sels complexes de fer et de cuivre et, dans le cas de la mésoporphyrine I, le sel de potassium cristallisé et l'éther-sel éthylique. La composition de ces corps a été vérifiée par des micro-analyses.

Les spectres d'absorption des porphyrines dans l'éther, des sels de cuivre dans le chloroforme et de l'hémochromogène correspondant aux sels de fer ont présenté les mêmes bandes caractéristiques que leurs isomères déjà connus.

Les points de fusion des éthers-sels et de leurs dérivés métalliques sont les suivants (corrigés) :

	Éther méthylique.	Sel de cuivre.	Sel de fer.	Éther éthylique.
Mésoporphyrine I........	170° et 191°	217°	vers 265°	167°
» IV.......	238°	267°	270°	-
» XIV......	210°	215°	261°	-

L'éther méthylique I présente un dimorphisme analogue à celui qu'on connaît déjà pour la coproporphyrine III. On peut nettement observer après la fusion à 170° une solidification au moins partielle, suivie d'une deuxième fusion à 191°.

Le seul caractère, en dehors des points de fusion, qui sépare nettement ces porphyrines de leur isomère naturel, est la solubilité de leurs sels de sodium. Tandis que celui de la mésoporphyrine IX commence à précipiter dès que la soude dépasse la concentration décinormale, les isomères nouveaux restent en dissolution dans une soude à 2 pour 100. Dans une soude à 3 pour 100, ces sels se déposent lentement, en forme bien cristallisée.

Cette différence de solubilité peut être utilisée pour la séparation de certains isomères, comme nous l'avons vérifié sur un mélange artificiel de mésoporphyrines I et IX.

MÉTÉOROLOGIE. — *L'été de 1929 et les variations solaires.* Note de M. **Henri Mémery.**

Les températures élevées de l'été de 1929 et principalement celles du mois d'août et du commencement de septembre, montrent qu'il doit exister des causes générales qui font varier la température et dont l'action paraît plus importante que celle de la saison.

On admet en effet que le maximum moyen annuel de la température se place vers le 15 juillet, de même que le minimum moyen annuel a lieu vers le 15 janvier. Or la température, au lieu de s'abaisser régulièrement à

partir de juillet, reste élevée pendant près de deux mois, à tel point que la température normale du mois d'août, à Bordeaux, par exemple, est plus élevée que celle de juillet. D'autre part on observe souvent, dans la première décade de septembre, des températures aussi élevées que celles de juillet; ce fait n'aurait pas lieu si la température dépendait uniquement du seul jeu régulier des saisons.

En examinant les causes susceptibles de modifier l'état atmosphérique, on n'en trouve qu'une dont les variations paraissent correspondre aux variations du temps : ce sont les phénomènes observés sur la surface du Soleil : taches, facules, éruptions diverses.

L'observation montre que sur les contrées de l'ouest de l'Europe, toute augmentation dans le nombre ou l'étendue des taches ou des facules est suivie d'une hausse de la température; inversement, toute diminution de taches ou de facules est suivie d'un abaissement de la température. Cette action solaire paraît s'exercer en tout temps et sur des époques d'une durée quelconque, c'est-à-dire qu'une variation importante des taches solaires se produisant d'un jour à l'autre fait varier les températures journalières; les variations solaires importantes, s'étendant sur une ou plusieurs semaines, ont une répercussion sur les températures de l'époque correspondante; il en est de même pour une saison, etc.

Nous savons que les températures élevées de l'été de 1928 ont coïncidé avec une recrudescence de taches solaires à cette époque par rapport au printemps de 1928; or les hautes températures de l'été de 1929 ont également coïncidé avec une nouvelle recrudescence de taches solaires par rapport au printemps de 1929 comme l'indiquent les chiffres ci-dessous :

1929.	Nombre des taches.	Fréquence des taches.
Printemps.		
Mars	23	124
Avril	18	120
Mai	21	158
Totaux	62	402
Été.		
Juin	32	182
Juillet	31	201
Août	36	194
Totaux	99	577

Cette comparaison montre une recrudescence sensible des taches solaires pendant l'été de 1929.

Il semble difficile de trouver, en dehors des phénomènes du soleil, une cause dont les variations continuelles s'adaptent d'une manière plus complète aux variations incessantes des divers éléments atmosphériques.

THÉRAPEUTIQUE. — *Les* Caloncoba *à huile antilépreuse du Cameroun.* Note de M. **Peirier**, présentée par M. H. Lecomte.

Jusqu'à la fin de 1927 le *Caloncoba echinata* était la seule Flacourtiacée africaine qui fût signalée comme donnant des graines à huile antilépreuse analogue aux huiles de ces autres Flacourtiacées de l'Afrique méridionale et de la Malaisie qui sont les *Taraktogenos* et les *Hydnocarpus*.

En décembre 1927 cependant, dans une Note que, pour des raisons administratives, nous avions alors laissée anonyme, nous signalions de Douala, où nous séjournions à ce moment, que les graines d'une autre espèce du genre, le *Caloncoba glauca*, contenaient des corps gras doués des mêmes propriétés.

En confirmant aujourd'hui ces premiers résultats, nous pouvons en outre attirer, au même point de vue, l'attention sur une troisième espèce, qui nous semble être d'après la forme et les caractères du tégument verruqueux de ses graines (qui nous ont été remises, au Cameroun, sans être accompagnées d'autre échantillon botanique) le *Caloncoba Welwitschii*.

Nous donnerons bientôt ailleurs tous les caractères physiques et chimiques des huiles de ces deux espèces. Signalons dès maintenant, puisque c'est là, en la circonstance, le point particulièrement important, le haut pouvoir rotatoire de ces huiles qui, à 26°, est de + 40° pour le *Caloncoba glauca* et de + 47°,7 pour le *Caloncoba Welwitschii*.

On sait que c'est ce pouvoir rotatoire, nul ou excessivement faible dans les autres huiles végétales, qui caractérise essentiellement les huiles antilépreuses, à acides chaulmoogrique et hydnocarpique. Les essais cliniques qui vont être entrepris corroboreront donc certainement ces premières indications fournies par l'analyse.

En ce qui concerne la botanique, il est à remarquer que, des quatre espèces d'*Oncoba* dont les graines à notre connaissance ont été jusqu'ici étudiées chimiquement, il n'en est qu'une dont l'huile est sans pouvoir rotatoire : c'est l'*Oncoba spinosa*. Et il se trouve que précisément Gilg, en démem-

brant d'après certains caractères morphologiques, le genre primitif *Oncoba*, a laissé dans ce genre l'*Oncoba spinosa* tandis qu'il plaçait dans son nouveau genre *Caloncoba* les trois espèces qu'on s'aperçoit être à huiles antilépreuses. Cette concordance est-elle constante? Les études ultérieures d'autres espèces nous l'apprendront.

Ajoutons que nous avons trouvé dans les graines de *Caloncoba glauca* un glucoside cyanogénique qui nous semble manquer dans les *Caloncoba echinata* et *Welwitschii*.

Étant donnée la fréquence de tous ces *Caloncoba* dans la région forestière du Cameroun, on conçoit tout l'intérêt qu'il y a à constater l'utilisation possible de plusieurs de leurs représentants pour la préparation de ces huiles dont les acides gras, surtout sous la forme d'éthers à alcools monoatomiques, ont dans le traitement de la lèpre, dont on se préoccupe si fort à juste titre actuellement dans les pays chauds, une efficacité généralement reconnue.

La séance est levée à 15h25m.

E. P.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 SEPTEMBRE 1929.

PRÉSIDENCE DE M. LOUIS MANGIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **Evans**, professeur au *Rice Institute* de Houston, Texas; M. **Raoul Gautier**, directeur honoraire de l'Observatoire de Genève et M. **Constantin Zenghelis**, professeur de Chimie à l'Université d'Athènes, sénateur, qui assistent à la séance.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Démonstration d'un théorème élémentaire sur les fonctions entières*. Note (¹) de M. **George D. Birkhoff**.

Soit $f(x)$ une fonction entière de la variable x. Nous dirons que la fonction entière $g(x)$ est une fonction limite de $f(x)$, si l'on peut écrire

$$g(x) = \lim_{n=\infty} f(x + c_n),$$

où c_1, c_2, ... sont des constantes convenablement choisies, et où la convergence doit être uniforme dans toute région bornée du plan de la variable x. La théorie des fonctions limites ne semble pas avoir été développée.

Le but de notre Note est de démontrer le théorème élémentaire qui suit :

Il existe des fonctions entières dont toutes les fonctions entières sont des fonctions limites.

Pour construire une telle fonction, nous employons la fonction élémentaire e^{-cx^2}, où c est une constante positive. Remarquons que le produit de cette fonction par un polynome quelconque tend vers zéro quand x tend

---

(¹) Séance du 2 septembre 1929.

vers l'infini dans l'un ou l'autre des deux secteurs

$$-d < \arg x < d < \frac{\pi}{4}, \qquad \pi - d < \arg x < \pi + d.$$

Il suffit évidemment de trouver une fonction entière dont tous les polynomes à coefficients rationnels sont des fonctions limites. Nous pouvons arranger l'ensemble dénombrable de ces polynomes dans une suite

$$p_1(x), \quad p_2(x), \quad \ldots.$$

Soit ε_1, ε_2, ... une suite infinie quelconque de constantes positives qui tendent vers zéro, et soit C_1, C_2, ... une suite correspondante de cercles de rayons 1, 2, ..., indéfiniment croissants, et avec les centres a_1, a_2, ..., qui restent à être choisis. Je dis qu'il suffit de trouver une fonction entière $f(x)$ telle que pour tout n

$$(1) \qquad |f(x) - p_n(x - a_n)| < \varepsilon_n \quad \text{dans } C_n,$$

c'est-à-dire

$$(1)' \qquad |f(x + a_n) - p_n(x)| < \varepsilon_n \quad \text{pour} \quad |x| < n.$$

En effet tout polynome particulier se trouve infiniment souvent, à peu près, dans la suite $p_1(x)$, $p_2(x)$, ... Par conséquent on peut extraire une suite n_1, n_2, ..., de valeurs de n telle que, pour la fonction entière donnée $g(x)$, on a

$$\lim_{i=\infty} p_{n_i}(x) = g(x),$$

où la convergence est uniforme dans toute région bornée du plan. Donc on obtient immédiatement

$$g(x) = \lim_{i=\infty} f(x + a_{n_i}),$$

c'est-à-dire, $g(x)$ est une fonction limite de $f(x)$.

Écrivons maintenant

$$(2) \qquad \begin{cases} f(x) = p_1(x - a_1)e^{-c_1(x-a_1)^2} + p_2(x - a^2)e^{-c_2(x-a_2)^2} + \ldots \\ = u_1(x) + u_2(x) + \ldots, \end{cases}$$

et cherchons à trouver des constantes positives c_1, a_1, c_2, a_2, ..., c_n, a_n, ..., telles que la série ainsi obtenue définit une fonction entière $f(x)$ avec la propriété (1).

Nous commençons par choisir c_1 assez petit et tel qu'on a

$$|u_1(x) - p_1(x - a_1)| < \frac{\varepsilon_1}{2} \quad \text{dans } C_1,$$

Cette inégalité reste vraie quelle que soit la valeur de a_1 (centre du cercle C_1). Ensuite nous prenons a_1 positif et assez grand pour que

$$|u_1(x)| < \frac{1}{2} \qquad (|x| < 1).$$

Au deuxième étage nous choisissons c_2 assez petit pour que

$$|u_2(x) - p_2(x - a_2)| < \frac{\epsilon_2}{4} \qquad \text{dans } C_2.$$

et ensuite nous prenons a_2 positif et assez grand tel qu'on a

$$|u_1(x)| < \frac{\epsilon_2}{4} \qquad \text{dans } C_2.$$

En choisissant a_2 encore plus grand s'il est nécessaire, il est évidemment permis d'écrire aussi

$$|u_2(x)| < \frac{1}{4} \qquad (|x| < 2).$$

De cette manière on peut choisir successivement $c_1, a_1, c_2, a_2, \ldots, c_n, a_n, \ldots$ tels qu'on a pour chaque valeur de n,

(3) $$|u_n(x) - p_n(x - a_n)| < \frac{\epsilon_n}{2^n} \quad \text{dans } C_n,$$

(4) $$|u_i(x)| < \frac{\epsilon_n}{2^i} \quad \text{dans } C_n \qquad (i = 1, 2, \ldots, n-1),$$

(5) $$|u_n(x)| < \frac{\epsilon_i}{2^n} \quad \text{dans } C_i \qquad (i = 1, 2, \ldots, n-1),$$

(6) $$|u_n(x)| < \frac{1}{2^n} \qquad (|x| < n).$$

En effet au $n^{\text{ième}}$ étage on peut choisir c_n assez petit pour que (3) soit vraie, quelle que soit la valeur de a_n. De plus pour tout a_n positif et suffisamment grand, les relations (4) sont valables, et également les relations (5), (6). Ceci résulte immédiatement de la forme particulière de $u_i(x)$, $u_n(x)$.

Mais les relations (3) à (6) nous montrent que la série (2) converge vers une fonction entière $f(x)$ qui possède la propriété (1), et notre théorème est démontré.

M. C. **Matignon** fait hommage à l'Académie d'un Volume intitulé *La grande œuvre de la Chimie* dont MM. Béhal, Pascal et lui-même ont signé divers articles.

M. **Paul Vuillemin** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage intitulé *Les animaux infectieux* (Paul Lechevalier, éditeur).

Ce livre se propose de préciser la notion de l'infection d'après des exemples moins familiers que l'action bactérienne. L'infection, pernicieuse, indifférente ou salutaire, est l'œuvre de l'organisme provoquée, non seulement par des bactéries, mais aussi par des végétaux ou des animaux de grande taille ou par des Protozoaires assez petits pour traverser les bougies filtres. Une place prépondérante est accordée à ces virus ultramicroscopiques dont l'action préventive ou curative est démontrée dans une foule de maladies ou sur le point d'éclairer bien des recoins obscurs de la médecine.

CORRESPONDANCE.

La **Société astronomique de Russie** adresse des condoléances à l'Académie à l'occasion du décès de M. *H. Andoyer* et de M. *A.-V. Lebeuf*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Abhandlungen zur Theorie der Differentialgleichungen*, 2e partie : tome IV des *Gesammelte Abhandlungen* de Sophus Lie, publié par Friedrich Engel, accompagné de : *Anmerkungen zum vierten Band*, par Friedrich Engel.

2° Mariano R. Castex. *La hipertension arterial.*

M. **E. Esclangon** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats à la place vacante dans la Section d'Astronomie par le décès de M. *P. Puiseux*..

M. **E. Blaise** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats à la place vacante dans la Section de Chimie par le décès de M. *Ch. Moureu*.

M. **H. Vallée** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats à la place vacante dans la Section d'Économie rurale par le décès de M. *L. Lindet*.

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Sur les intégrales des équations du mouvement d'un corps solide dans un liquide*. Note [1] de M. **M. Kourensky**, transmise par M. Paul Appell.

1. Pour les équations du mouvement d'un corps solide dans un liquide idéal, existent trois intégrales algébriques : deux intégrales de M. Kirchhoff et une intégrale de la force vive. Si nous trouvons une intégrale quatrième, qui ne contienne pas le temps t, alors le problème d'intégration des équations du mouvement peut se réduire aux quadratures. Il existe une littérature assez grande sur la question de l'intégrale quatrième algébrique sous forme d'une fonction linéaire ou quadratique des variables $x_i, y_i (i = 1, 2, 3)$.

Si la force vive a la forme

$$(1) \qquad 2T = \Sigma a_i x_i^2 + \Sigma b_i y_i^2 + 2\Sigma c_i x_i y_i \qquad (i = 1, 2, 3),$$

on connaît les cas d'intégrales du premier degré de M. Clebsch et d'autres savants, et les cas d'intégrales du second degré de MM. Clebsch (*Math. Annalen*, 3, 1871) et Kolossoff sous la forme

$$(2) \qquad \Sigma m_i x_i^2 + \Sigma n_i y_i^2 + 2\Sigma p_i x_i y_i = \text{const.}$$

Comme cas particuliers de l'intégrale de M. Kolossoff se présentent les intégrales de MM. Stecloff et Liapounoff (G. Kolossoff, *Bulletin de l'Académie de Saint-Pétersbourg*, 1919).

J'avais donné le théorème suivant :

En cas de la force vive (1), *exceptées les intégrales de MM. Clebsch et Kolossoff, il n'existe pas d'autres cas d'intégrale quatrième de la forme* (2)

---

[1] Séance du 22 octobre 1928.

(M. Kourensky, *Mémoires de l'Institut de l'Enseignement public à Kiew*, 3, 1928).

Aux conditions de M. Kolossoff, sous la forme des égalités entre les coefficients a, b, c de l'expression (1), *il faut adjoindre quelques inégalités* ensemble avec de telles inégalités, seulement, aura lieu l'intégrale de M. Kolossoff. J'avais écrit aussi *les formes des intégrales pour les cas, qui n'ont pas lieu toutes ou quelques-unes des inégalités* mentionnées (M. Kourensky, *Bulletin de l'Académie des Sciences de l'Ukraine*, 3, fasc. I, 1928).

2. Pour l'expression de la force vive sous la forme la plus générale

$$(3) \quad \begin{cases} 2T = \Sigma a_i x_i^2 + 2\Sigma A_i x_j x_k + \Sigma b_i y_i^2 + 2\Sigma B_i y_j y_k + 2\Sigma c_i x_i y_i + 2\Sigma C_{jk} x_j y_k \\ \qquad (i, j, k = 1, 2, 3;\ i \neq j \neq k), \end{cases}$$

le cas le plus général de l'intégrale quatrième est le cas de M. Olsson (*Journal de Crelle*, 150, 1920) sous la forme

$$y_3 = 0,$$

quand existent cinq conditions, assez compliquées, pour les coefficients a, b, c; A, B, C; dans ce cas l'origine des axes coordonnées et les directions dans l'espace sont choisies d'une telle manière, qu'elle institue encore six relations entre a, b, c; A, B, C, qui sont nécessaires pour cette intégrale. M. Olsson avait donné aussi 21 des relations pour 21 des coefficients de l'expression (3), quand elle se transforme en une forme nouvelle d'après le changement de l'origine et des directions des axes coordonnées.

Etant posé que l'origine des axes et les directions dans l'espace sont choisies d'une telle manière que

$$\begin{aligned}
(a_1 A_2 + A_1 A_3) A_1 &= (a_2 A_1 + A_2 A_3) A_2, \\
(a_1 A_3 + A_1 A_2) A_1 &= (a_3 A_1 + A_2 A_3) A_3, \\
(b_1 B_2 + B_1 B_3) B_1 &= (b_2 B_1 + B_2 B_3) B_2, \\
(b_1 B_3 + B_1 B_2) B_1 &= (b_3 B_1 + B_2 B_3) B_3, \\
(c_1 B_2 + B_3 C_{23}) B_1 &= (c_2 B_1 + B_3 C_{13}) B_2, \\
(c_1 B_3 + B_2 C_{32}) B_1 &= (c_3 B_1 + B_2 C_{12}) B_3,
\end{aligned}$$

nous aurons *l'intégrale quatrième sous la forme*

$$(4) \quad \begin{aligned} (C_{13} + C_{31})(C_{12} + C_{21}) y_1 + (C_{12} + C_{21})(C_{23} + C_{32}) y_2 \\ + (C_{23} + C_{32})(C_{13} + C_{31}) y_3 = \text{const.}; \end{aligned}$$

elle existe avec telles conditions pour les coefficients de l'expression de la

force vive :

$$\frac{C_{12}+C_{21}}{C_{23}+C_{32}}=\frac{A_3}{A_1}=\frac{B_3}{B_1}=\frac{C_{23}-C_{32}}{C_{12}-C_{21}},$$
$$\frac{C_{13}+C_{31}}{C_{32}+C_{23}}=\frac{A_2}{A_1}=\frac{B_2}{B_1}=\frac{C_{32}-C_{23}}{C_{13}-C_{31}}.$$

Prenant en attention que les égalités

$$i^2+m^2=e^2+f^2; \qquad n^2+m^2=j^2+f^2$$

donnent

$$(i+e)^2[f(f+m)-n(n+j)]$$
$$+(m+f)^2[n(n+j)-i(i+e)]+(j+n)^2[i(i+e)-f(f+m)]=0,$$

il est aisé de voir, que l'intégrale (4) est la plus générale de toutes les intégrales de la forme

$$m_1y_1+m_2y_2+m_3y_3=\text{const.}$$

L'intégrale du premier degré, la plus générale

$$\Sigma m_i x_i+\Sigma n_i y_i=\text{const.},$$

quand l'origine et les directions des axes sont convenablement choisies, aura lieu avec huit relations entre a, b, c; A, B, C; combien de ces huit équations sont indépendantes, il est pénible de l'établir, comme elles sont assez compliquées.

CHRONOMÉTRIE. — *Contribution à l'étude expérimentale de la déformation du spiral plat.* Note [1] de M. G. P. ARCAY, transmise par M. A. Cotton.

1. Pour étudier la déformation du spiral plat, au cours de l'oscillation du balancier, il est commode d'utiliser la photographie.

Mais avec la technique généralement employée [2] on ne peut mesurer que les déformations statiques du spiral, tandis que ce qu'il importe de connaître au point de vue du réglage ce sont les déformations cinématiques.

2. Je me suis donc proposé d'obtenir des photographies instantanées d'un spiral en mouvement, suffisamment nettes pour permettre de faire sur

---

(1) Séance du 23 septembre 1929.

(2) M. MOULIN, *Comptes rendus*, 156, 1913, p. 1518, 1833; 157, 1913, p. 436; 158, 1914, p. 1014; *France Horlogère*, 13, 1914, p. 515.

les clichés des mesures précises et j'ai utilisé la méthode de cinématographie par étincelles condensées mise au point par M. Lucien Bull et suivi la technique, classique depuis ses travaux.

Le spiral étudié associé à un balancier (période réglée à $0^s,4$, normale) était monté à la façon ordinaire, mais l'éclairage se faisant par transmission, la platine était largement ouverte de façon à dégager le balancier et l'axe était maintenu par deux bras amincis, autant qu'il a été possible de le faire sans nuire à leur rigidité indispensable pour un bon fonctionnement; les mêmes raisons avaient également conduit à réduire les bras du balancier. Deux dispositifs auxiliaires fixés sur la platine permettaient : l'un d'armer le spiral d'une quantité constante (360°) et de libérer le balancier au moment opportun, l'autre de maintenir d'abord le balancier écarté de sa position d'équilibre d'un angle voisin de celui choisi, puis de l'amener par un déplacement lent et continu à sa position exacte. La platine placée parallèlement du côté de l'objectif et au contact de la lentille concentrant les rayons lumineux, était portée par le support même de cette lentille. Les réglages faits, on ne touchait plus à aucune partie de l'appareil, les manipulations se réduisant : à armer le spiral et libérer le balancier lors de la cinématographie d'une oscillation; à faire tourner le balancier d'un angle donné pour photographier une déformation statique, et dans les deux cas à entraîner le film.



La figure montre les treize clichés correspondant à une oscillation complète du balancier au cours d'une de mes expériences.

3. Pour comparer rigoureusement les déformations statiques d'un spiral à ses déformations cinématiques sans être obligé de tenir compte du non parallélisme rigoureux des plans du spiral et du film, ni des défauts de l'objectif j'ai successivement employé deux procédés.

Dans le premier j'utilisais le film pris pendant l'oscillation du balancier

replacé après développement dans l'appareil de prise de vues, comme écran translucide sur lequel je formais l'image du spiral, le balancier étant écarté de sa position d'équilibre d'un angle convenable; par tâtonnements j'amenais cette image à se faire très exactement sur son négatif obtenu dans l'opération précédente et j'observais la coïncidence au moyen d'un microscope de faible grossissement (15 environ) à oculaire micrométrique. Par la suite j'ai trouvé plus commode, une fois le réglage de la déformation statique effectué, de photographier le spiral et de superposer sur la platine du microscope le positif obtenu au négatif correspondant pris pendant le fonctionnement du balancier; l'observation peut alors se faire en lumière ordinaire et il est facile de photographier l'ensemble.

4. J'ai ainsi trouvé que dans les limites de précision de mes mesures ($\frac{1}{100}$ de millimètre) la déformation cinématique et la déformation statique d'un spiral plat muni d'une courbe terminale extérieure régulière, sans goupilles de raquette, étaient identiques.

GÉODÉSIE. — *Sur l'orientation de l'ellipse équatoriale terrestre.* Note [1] de M. **Corradino Mineo**, présentée par M. Georges Perrier.

Admettons qu'une surface d'équilibre extérieure de la Terre soit un ellipsoïde à trois axes inégaux ($a > b > c$), tournant autour de son plus petit axe. Appelons G_a et G_b les valeurs de la gravité aux extrémités des axes de l'ellipse équatoriale : il s'agit de comparer G_a et G_b.

Suivant M. Mario Bossolasco, on doit avoir $G_a < G_b$; et, par conséquent, l'ellipse de l'équateur terrestre, obtenue d'après les mesures de l'intensité de la pesanteur par Helmert et autres savants, devrait subir une rotation de 90° [2]. Cette thèse a été combattue par M. Thadée Banachiewicz [3].

Ces deux auteurs ont employé des formules approchées. Pour éliminer toute question d'approximation, je vais me servir des formules rigoureuses établies par M. Pizzetti (*Principi della teoria meccanica della figura dei pianeti*, Pisa, 1913, p. 66-73).

Toutes les notations de M. Pizzetti dans le livre cité sont conservées. Des formules (12) de la page 73, en tenant compte des relations (7) et (10),

---

(1) Séance du 16 septembre 1929.

(2) *Comptes rendus*, **187**, 1928, p. 814; **188**, 1929, p. 238 et 694.

(3) *Comptes rendus*, **188**, 1929, p. 46 et 492.

on tire la formule exacte :

$$G_a - G_b = (a-b)\left\{\frac{fM}{abc} - \omega^2\left(1 + \frac{P-Q}{\alpha\delta - \beta\gamma}\right)\right\},$$

où

$$P = 3a^2b^2A_1B_2 + 3(a+b)a^2b^2[(a+b)C_2 + aB_2]\int_0^\infty \frac{a^2+b^2+2s}{(a^2+s)^2(b^2+s)^2}\frac{ds}{R_s^{\frac{1}{2}}}$$

$$+ (a+b)a^2b^3C_2\int_0^\infty \frac{ds}{R_s^{\frac{3}{2}}},$$

$$Q = a^2b^2B_2C_2 + (a+b)^2(A_2B_2 + B_2C_2 + C_2A_2) + 3(a+b)a^2b^3A_1\int_0^\infty \frac{ds}{R_s^{\frac{3}{2}}}.$$

On trouve :

$$\frac{844}{175}\frac{c^6}{a^{12}} < P < \frac{844}{175}\frac{a^8}{c^{14}}, \qquad \frac{484}{175}\frac{c^4}{a^{10}} < Q < \frac{484}{175}\frac{a^6}{c^{12}},$$

et par conséquent,

$$\frac{4}{175}\frac{a^2}{c^8}\left(211\frac{c^{14}}{a^{14}} - 121\frac{a^4}{c^4}\right) < P - Q < \frac{4}{175}\frac{a^2}{c^8}\left(211\frac{a^6}{c^6} - 121\frac{c^{12}}{a^{12}}\right).$$

On a d'ailleurs :

$$\frac{16}{1225}\left[49\frac{c^6}{a^{12}} - \frac{(a^2-c^2)^2}{c^{10}}\right] < \alpha\delta - \beta\gamma < \frac{16}{1225}\left[\frac{(8a^2-c^2)^2}{c^{10}} - \frac{(b^2-c^2)^2}{a^{10}}\right].$$

Il vient donc, en supposant $49\frac{c^6}{a^{12}} > \frac{(a^2-c^2)^2}{c^{10}}$:

$$\frac{7}{4}\,\frac{211\frac{c^{14}}{a^{14}} - 121\frac{a^4}{c^4}}{\frac{(8a^2-c^2)^2}{a^2c^2}} < \frac{P-Q}{\alpha\delta - \beta\gamma} < \frac{7}{4}\,\frac{211\frac{a^6}{c^6} - 121\frac{c^{12}}{a^{12}}}{49\frac{c^{14}}{a^{14}} - \frac{(a^2-c^2)^2}{a^2c^2}}.$$

Dans le cas de la Terre, on trouve

$$2.83 < \frac{P-Q}{\alpha\delta - \beta\gamma} < 3.56.$$

et par conséquent $\left(\text{en tenant compte des valeurs de } \frac{fM}{abc} \text{ et } \omega^2\right)$:

$$G_a > G_b.$$

La rotation ω, *ceteris paribus*, devrait être presque dix fois plus grande (valeur compatible avec l'équilibre dynamique de la surface) pour que l'on ait nécessairement $G_a < G_b$.

PHYSIQUE. — *Sur l'état dit* Sama-Zustand [1].
Note de M. **Erik A. Holm.**

En 1923, d'abord au mois d'avril, ensuite en juillet-août, donc, avant les expériences faites dans l'air et l'acide carbonique [2], j'ai fait, à l'aide du même appareil qui avait servi dans ces expériences, des recherches sur le *Sama-Zustand* de la vapeur de la diacétone-xylose cristalline solide ($C^{11}H^{18}O^{5}$; poids moléculaire 230), à la température de la chambre; comme gaz étalon j'ai eu recours à l'air sous deux pressions différentes. A l'aide du manomètre Knudsen, la tension maximum de cette vapeur fut évaluée à $1,0.10^{-4}$ mm de mercure, à 15° C. L'une des pressions du gaz était supérieure, l'autre était inférieure à la tension totale de la vapeur et de l'air qui inévitablement s'y immisçait; en faisant une interpolation entre les valeurs de la différence $D_D - D_L$ qui correspondent aux deux pressions du gaz étalon, — D_D et D_L se rapportant aux expériences faites respectivement dans la vapeur et dans le gaz étalon, et D désignant, comme auparavant, la différence de déviation de la balance de précision de quartz fondu pour la position verticale et horizontale du tube mobile, j'ai opéré une correction pour la différence de pression de ces deux expériences.

Les valeurs de $D_D - D_L$ ainsi obtenues en avril et en juillet-août sont les mêmes dans les limites de leurs erreurs fortuites moyennes; et la moyenne de ces valeurs, qui, mesurée en 10^{-9} dyn/cm² et calculée 13, 29, 44, 60 et 75 minutes après le commencement de l'expérience, était respectivement 536 ± 33, 389 ± 9, 360 ± 30, 330 ± 29 et 345 ± 10, se trouve, comme on le voit, bien en dehors des limites de son erreur; cette moyenne indique une pression de haut en bas qui agit sur le disque d'aluminium horizontal dans le tube, pression qui doit représenter la différence des pressions gravimoléculaires dans la *vapeur plus lourde*, et dans le gaz étalon, plus léger. Or il paraît que les chiffres précités vont diminuant pour aboutir à une limite presque constante, atteinte avant la fin de l'expérience (qui dura 1 heure et demie), ce qui porte à croire que la pression (manométrique) de la vapeur diminuait proportionnellement à ces chiffres; ce phénomène doit

---

[1] Cf. E. A. Holm, *Arkiv f. mat., astr. o. fys.*, Stockholm, 21 A, n° 12, 1928, p. 1-72.

[2] E. A Holm, *Comptes rendus*, 187, 1928, p. 531.

tenir à ce que l'appareil adsorbait en même temps de la vapeur jusqu'à saturation ou presque.

La pression de la vapeur qui existait au cours de l'expérience était donc, en réalité, inférieure à celle qui avait servi pour la correction dont j'ai parlé; par conséquent, la moyenne est un peu plus élevée que la valeur de $D_D - D_L$ qui correspondait à la véritable pression de la vapeur, valeur que n'influençait pas la pression thermomoléculaire dans l'appareil; néanmoins j'ai pu constater que la vraie valeur de $D_D - D_L$ de la vapeur de diacétone-xylose était certainement supérieure à 47 pour 100 de son maximum théorique, tandis que, pour les gaz relativement légers (air et acide carbonique), la valeur obtenue par les mêmes procédés ne dépassait pas 25 pour 100.

Malheureusement, même en connaissant cette fraction, il n'est pas possible de faire l'évaluation du gradient thermique ascendant qui caractérise le *Sama-Zustand* de cette vapeur; il faudrait aussi en connaître la chaleur spécifique, et on ne la connaît pas (pas plus que celle des autres vapeurs analysées).

J'ai dit plus haut que les valeurs de $D_D - D_L$ mesurées en avril et en juillet-août étaient les mêmes dans les limites de leurs erreurs; le fait qu'avant la seconde expérience le disque d'aluminium avait été retourné nous permet donc de conclure que la différence qui existe réellement entre les deux côtés du disque est sans aucune importance. J'ai encore constaté que la pression gravimoléculaire de la vapeur était considérable, comparée à la pression thermomoléculaire de cette même vapeur; donc celle-ci n'a pas pu produire celle-là. Finalement certains résultats des recherches faites dans la vapeur démontrent encore une fois que cette explication est tout à fait invraisemblable aussi pour les gaz.

En combinant $D_D - D_L$ et la différence des déviations de la balance pour la vapeur et pour le gaz étalon dans la position horizontale du tube, j'ai pu tirer certaines conclusions au sujet de l'adsorption exercée par la balance sur les corps gazeux qui se trouvaient dans l'appareil; les résultats ainsi obtenus — qui étaient les mêmes en avril et en juillet-août — étant ceux auxquels on s'était attendu, ce fait apporte une nouvelle preuve à l'appui de la théorie de l'existence de $D_D - D_L$.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'attaque de l'aluminium par les solutions ammoniacales.* Note de M. **J. Calvet**, présentée par M. Matignon.

Nous avons déja signalé (¹) que l'aluminium très pur, tel qu'on l'obtient par le procédé Hoopes, est beaucoup plus résistant à l'attaque par les acides que les aluminiums ordinaires du commerce, mais que par contre il semble se dissoudre aussi vite dans les solutions de soude.

Nous avons depuis comparé l'attaque de métaux de titres différents par des solutions de soude de diverses concentrations, par des solutions étendues de potasse et par des solutions de CO^3Na^2 et de CO^3K^2. Nous n'avons pas trouvé de supériorité du métal extra pur. Au contraire dans des solutions de soude de diverses concentrations, à part une courte période de début, un métal à 99,96 pour 100 d'Al s'attaque plus vite qu'un métal à 99,18.

Cela semble en contradiction avec une conclusion de M. Waché (²) d'après laquelle cet auteur admet que la théorie électrochimique rend compte de la dissolution de l'aluminium dans la soude, et que le métal s'attaque d'autant plus vite qu'il est plus impur.

Nous avons comparé l'attaque de divers aluminiums dans des solutions ammoniacales pour voir si nous arriverions aux mêmes conclusions que dans le cas de la soude. Les métaux employés, pris bruts de coulée, avaient les compositions suivantes :

	Fe %.	Si %.	Cu %.
Al 99,96	0,008	0,005	0,024
» 99,71	0,16	0,13	–
» 99,18	0,46	0,36	–

Les échantillons attaqués étaient plongés dans 18 fioles coniques placées côte à côte ; chaque fiole contenait 500^{cm^3} de la liqueur d'attaque et était munie d'une soupape de Bunsen. On a opéré par perte de poids. On a pu ainsi en même temps comparer l'attaque des divers métaux par les mêmes solutions et comparer l'action des diverses solutions sur le même métal.

On sait qu'au début l'aluminium s'attaque rapidement dans les solutions ammoniacales mais qu'il y a vite formation d'une croûte protectrice et que l'attaque s'arrête. Les échantillons ont été pesés après enlèvement de l'enduit protecteur qui nous a semblé formé probablement des impuretés

(¹) C. Matignon et J. Calvet, *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 909.

(²) Waché, *Thèse*, Paris, 1926.

inattaquées à la surface du métal et d'une épaisse couche d'alumine d'abord en solution, puis venue se déposer à la surface des plaques quand l'attaque s'est arrêtée.

Les nombres obtenus pour les pertes de poids figurent au tableau suivant :

Liqueur d'attaque.	Durée de l'attaque en jours.	Perte de poids en mmg par cm². Al 99,96.	Al 99.71.	Al 99,18.
Ammoniaque à 22° B	2	14,3	14,5	12,7
	22	16,2	15,9	13,1
Solution à 20 pour 100 en volume d'ammoniaque à 22° B	2	32,6	31,5	28
	22	35	34	31
Solution à 10 pour 100 en volume d'ammoniaque à 22° B	2	28,1	26,8	23,8
	22	32,3	28,7	28

Au bout de deux jours, seul l'aluminium à 99,18 était recouvert d'une couche protectrice, cela peut expliquer dans une certaine mesure l'attaque un peu moins forte de ce métal. Mais les aluminiums à 99,96 et 99,71 de titres très différents et sur lesquels ne s'était encore formée aucune couche protectrice se sont attaqués sensiblement de la même façon. Au bout de vingt-deux jours tous les échantillons étaient recouverts d'une croûte épaisse.

On voit par les nombres du tableau précédent que dans les diverses solutions ammoniacales utilisées l'attaque est pratiquement terminée au bout de deux jours pour tous les métaux employés. On voit encore que l'aluminium s'attaque plus dans les solutions étendues que dans l'ammoniaque concentrée.

Enfin il semble bien que, en général, dans les milieux alcalins, l'aluminium très pur ne s'attaque pas moins vite que des aluminiums ordinaires.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur une méthode d'essai du benzol-moteur.* Note [1] de MM. **R. Brunschwig** et **L. Jacqué**, présentée par M. G. Charpy.

Lorsqu'en dehors des constituants aromatiques essentiels, un raffinage sommaire laisse subsister dans un benzol destiné à l'emploi dans les moteurs la totalité des hydrocarbures possédant des liaisons éthyléniques vraies, il s'y développe progressivement, en général, des phénomènes de résinification : fraîchement rectifié, ce benzol est incolore ou faiblement coloré et ne laisse

[1] Séance du 16 septembre 1929.

par évaporation qu'un résidu insignifiant; mais au cours du stockage, il prend une teinte de plus en plus accentuée et donne, par évaporation, des résidus résineux dont l'importance augmente avec le temps. Que les gommes soient déjà formées ou encore en puissance, un tel benzol risque de donner dans les moteurs de graves ennuis : obturations des canalisations, gommage des soupapes, etc.

Un premier moyen, pour éviter cet inconvénient, est d'éliminer les composés éthyléniques par un lavage à l'acide sulfurique concentré; on en contrôle l'efficacité par un essai colorimétrique avec ce même acide. Ce procédé classique de raffinage, le seul usité jusqu'à ces derniers temps, s'accompagne d'une perte qui, pour certains benzols, peut dépasser 15 pour 100.

On a constaté d'autre part que seule une faible fraction des composés éthyléniques (surtout les diènes probablement) est responsable des résinifications et que les autres, non seulement sont inoffensifs, mais constituent des éléments de valeur pour le carburant. Aussi a-t-on préconisé ces dernières années diverses méthodes sélectives qui, éliminant les seules matières résinifiables, réduiraient à peu de chose les pertes au raffinage.

Il est nécessaire, dans ce cas, de contrôler l'élimination ainsi réalisée; or il paraît difficile de caractériser et de doser séparément les composés nocifs et inoffensifs. On a donc dû chercher, pour les besoins de la pratique, des méthodes d'essai qui accélèrent la transformation en résines des impuretés susceptibles de leur donner naissance au cours du stockage ou de l'emploi; on peut ensuite doser ces résines par évaporation. On a proposé dans ce but divers traitements par exposition aux rayons ultraviolets ou par oxydation. Les résultats obtenus par irradiation s'écartent souvent très notablement de ceux de la pratique; les essais par oxydation, judicieusement appliqués, s'en approchent davantage.

Nous avons constaté qu'on obtient une bonne concordance en faisant agir sur le benzol, suivant une technique bien définie, les deux facteurs de la résinification dont l'action paraît prépondérante :

1° L'oxydation ménagée par l'air qui s'exerce au cours du stockage;

2° L'action de la chaleur qui s'exerce simultanément avec l'oxydation dans les collecteurs d'admission du moteur.

L'essai est exécuté dans un ballon muni d'un dispositif de barbotage par orifice calibré et d'un réfrigérant à reflux; les détails en seront fixés dans un Mémoire ultérieur. 100^{cm^3} du benzol à examiner sont placés dans le ballon que l'on chauffe au bain-marie bouillant; un chauffage préliminaire d'une heure amorce la polymérisation des impuretés volatiles; puis, en maintenant le chauffage, on fait barboter un courant

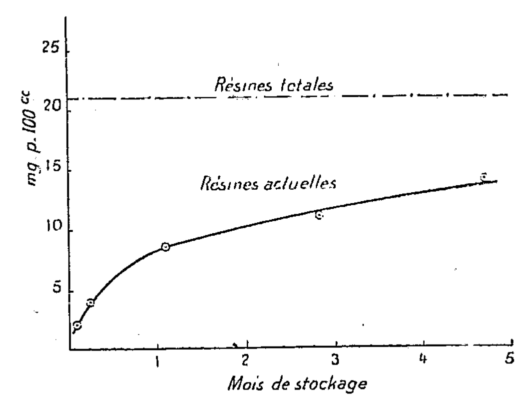
d'air purifié, convenablement réglé à 2 lit/h. La polymérisation des impuretés est le plus souvent terminée après 2 heures de barbotage (sauf pour les benzols dont la très forte teneur en impuretés résinifiables est déjà bien mise en évidence au bout de ce temps). Il suffit alors d'évaporer l'échantillon et de peser le résidu fixe à 105° avec quelques précautions de détail.

Les deux séries d'expériences suivantes donnent une idée de la valeur pratique de cette méthode :

1° On a déterminé par évaporation les résines actuelles contenues dans des benzols de divers types, soit avant tout traitement, soit après exposition dans des tubes en quartz transparent à l'action des rayons ultraviolets pendant huit heures, soit après oxydation ménagée à chaud (méthode proposée), soit enfin après 9 mois de stockage. Le tableau suivant donne les résultats obtenus :

	Benzols		
	rectifié non lavé.	raffiné sélectivement.	lavé à SO^4H^2.
Résidu d'évaporation (en milligrammes par 100^{cm^3}) :			
Avant traitement	6	1	traces
Avant traitement à l'ultraviolet..	16	18	4
Après oxydation par barbotage d'air à chaud	14	4	traces
Après 9 mois de stockage	11,5	2	traces
Emploi dans le moteur	non satisfaisant.	satisfaisant	satisfaisant

On constate dans ce tableau que le procédé d'irradiation par l'ultraviolet s'écarte nettement des résultats pratiques observés et que le barbotage d'air à chaud donne, au contraire, un bon tarage des qualités du benzol.



2° Un autre benzol rectifié non lavé a été soumis à notre méthode de

détermination des résines totales; on a suivi d'autre part sa teneur en résines formées au cours du stockage à partir du jour de sa rectification. Les résultats sont représentés par la courbe ci-dessus :

Ils montrent également que la méthode proposée donne une image satisfaisante de la formation des résines dans le benzol pendant une durée de stockage d'ordre pratique.

On se propose d'étendre ce genre d'expériences à l'étude de la résinification d'autres produits.

LITHOLOGIE. — *Sur le caractère alcalin des laves des volcans d'Antiparos (Cyclades).* Note [1] de M. **Const. A. Kténas.**

Dans des Notes antérieures [2], j'ai esquissé les raisons pour lesquelles les laves tertiaires et quaternaires de la mer Égée septentrionale et centrale appartiennent, en partie, à des roches alcalines et subalcalines. Mes récentes recherches confirment, en outre, le développement des laves alcalines dans la mer Égée méridionale.

Dans la région de la mer Égée comprise entre la zone sinueuse subalcaline nord-égéenne (Thèbes, Psathoura, Antistrovilas, Karabouroun) d'une part, et les volcans de la zone arquée sud-égéenne d'autre part, des laves alcalines apparaissent dans les volcans de Caloyéri, d'Emborios [2], de Samos [3] et de Patmos [4]. L'examen chimique des roches que les volcans d'Antiparos ont amenées au jour montre *que l'alcalinité des laves se poursuit dans le massif même des Cyclades.*

L'île d'Antiparos se prolonge vers le Nord par deux petites îles, Phira et Kavouras. La partie septentrionale et orientale de Phira, la région orientale de Kavouras, ainsi que les îlots et rochers; Kokkinos Tourlos, Mavros Tourlos, Mikro Spyridonisi, Kokkini Skala, Mavri Skala, Dyo Portes et

(1) Séance du 16 septembre 1929.

(2) *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1631, et *Praktika de l'Académie d'Athènes*, 3, 1928, p. 226.

(3) J. Butz, *Centralblatt für Min., etc.*, 1912, p. 673.

(4) K. Busz et M. Trost, *Sitzb. der med.-naturw. Ges. in Westfalen* (séance du 17 mai 1920), p. 55. — Ivo Conci, *Memorie dell' Ist. geol. della R. Un. di Padova*, 8, 1928, p. 1.

Soussourada [1], sont constitués par des *rhyolites alcalines* et par leurs tufs. C'est une formation volcanique ruinée qui s'étend du SS W au NNE, sur une longueur de 8km environ. De même, la péninsule méridionale de l'île d'Antiparos, d'une superficie de 6km², et l'île de Stroggyló, sont de nature volcanique.

Le tableau suivant donne les caractéristiques chimiques des laves en question (analyses faites par M. Raoult) :

	a.	*b.*	*c.*	*d.*	*e.*
SiO^2	75,94	75,64	75,18	74,08	
Al^2O^3	11,99	13,07	12,41	11,87	
Fe^2O^3	0,64	0,53	0,80	0,16	
FeO	0,85	0,52	0,64	1,11	
MnO	0,05	0,17	0,12	0,04	
MgO	0,05	0,04	0,07	0,08	
CaO	0,78	0,46	0,48	0,64	
Na^2O	3,03	4,41	5,27	3,26	2,19
K^2O	5,93	4,80	4,63	3,72	4,91
TiO^2	néant	traces	0,06	néant	
P^2O^5	néant	néant	néant	traces	
H^2O+	0,44	0,24	0,33	3,50	
H^2O-	0,33	0,33	0,10	2,00	
	100,03	100,21	100,09	100,46	

a. Lave à phénocristaux de quartz et de sanidine; pâte, en partie cristalline, à biotite rare. I.(3)4.1.'3. — Phira.

b. Lave vitreuse à rares phénocristaux. I.4.1.'3. — Dôme de Stroggyló.

c. Roche perlitique. I.4.1.(3)4. — Extrémité nord-ouest de la péninsule méridionale d'Antiparos (point d'éruption probable des laves de la péninsule).

d. Lave vitreuse à lithophyses. I.3'.1(2).3'. — Rochers au nord de Mikro Spyridonisi.

e. Brèche volcanique de Mikro Spyridonisi.

Les laves (*a* et *d*) du groupe septentrional sont plus pauvres en alumine et en alcalis — et plus riches en chaux — que celles (*b* et *c*) de la région méridionale [2].

---

[1] N'ayant pas visité moi-même les deux derniers des dits rochers, j'ai eu recours à M. Skouphos, qui m'a donné des renseignements sur leur nature volcanique. Il en est de même de l'île de Stroggyló, du groupe des volcans méridionaux d'Antiparos.

[2] Pour la constitution minéralogique des rhyolites alcalines, voir *Comptes rendus*, **152**, 1911, p. 721. Ces roches renferment en petite quantité des cristaux d'almandin.

Il y a toujours un excès de potasse sur la soude, sauf dans la roche perlitique du sud d'Antiparos. Parmi toutes les laves analysées, celle-ci est la plus riche en alcalis, la quantité moléculaire de ces éléments y dépassant même celle de l'alumine.

En terminant, il faut remarquer que d'après les recherches de ces dernières années (A. Lacroix, Washington, Martelli, Sonder, Bianchi), et d'après mes propres investigations, des laves alcalines font défaut dans l'arc éruptif sud-égéen proprement dit (volcans de Krommyonia, 'Egine, Methana, Poros, Milos, Santorin, Christianà, Nisyros, 'Episcopi (1).

GÉOLOGIE. — *Observations géologiques dans la boucle du Niger.* Note de M. **V. Pérébaskine**, présentée par M. L. Cayeux.

Au cours de l'année 1928, j'ai traversé la boucle du Niger depuis Ansogo jusqu'à Mopti par des itinéraires, qui, pour la plupart, sont nouveaux au point de vue géologique (Ansogo, In Tanroum, Beïga, Aribinda, Tinyé, Hombori, Douentza, Sanga, Bandiagara, Mopti).

La partie Est de cette région est formée surtout par des séricitoschistes et des chloritoschistes très plissés et très redressés, accompagnés de quartzites micacés et de schistes satinés. Ces roches qui constituent de petites collines sont très imprégnées de quartz.

Ici la direction générale de la chaîne des « Saharides » n'est pas subméridienne, mais E.-S.-E. 120° W.-N.-W. 300°.

A Lellehoï, une forte poussée diagonale a complètement froissé et plissoté les schistes satinés.

La direction tectonique N.-E. 45° S.-W. 225° est bien marquée dans toute cette zone.

Elle se manifeste, par le clivage diagonal des schistes, par de fortes diaclases et parfois par des filons de quartz.

La présence de conglomérats écrasés au milieu des schistes chloriteux complique la tectonique.

Chudeau a observé des faits analogues près de Tin Zaouaten (à l'est de l'Adrar des Ifoghas) et conclut justement : « L'âge des plissements est

(1) Voir mon étude sur le groupe d'îles de Santorin, etc. (*Mémoires de l'Académie d'Athènes*, n° 4, 1929, p. 1).

encore mal défini et il serait imprudent de les rattacher dès maintenant à la chaîne calédonienne avec laquelle leurs relations sont encore obscures » (¹).

La région située au Nord-Est d'Aribinda est formée de schistes cristallins : gneiss, amphibolites, schistes à wollastonite, etc.

Le quartz, abondant, se présente en filons et en amas parfois très importants.

Des roches éruptives basiques, souvent chargées de pyrite, affleurent de place en place.

Dans la partie Sud-Ouest, ces formations anciennes sont recouvertes de latéritoïdes bulleux qui constituent à eux seuls des collines tabulaires hautes d'une trentaine de mètres.

Dans la région d'Aribinda même, j'ai observé des dômes granitiques. Le granite, à grain moyen, contient un peu de hornblende. Les granites sont traversés de filonnets de pegmatite.

Vers l'Ouest, au delà des granites, ce sont des gneiss et des schistes micacés.

Plus loin, les reliefs sont constitués par des schistes argileux rouges souvent silicifiés et accompagnés de quartzites noirs. Ici, la direction des plis est normale pour des « Saharides », c'est-à-dire subméridienne.

Près de Tinyé apparaît un granite porphyroïde. Il disparaît au Nord-Ouest dans la grande plaine constituée par les formations de Koro (surtout des argiles schisteuses et sableuses).

Dans la région de Hombori, des grès siliceux et des grès en plaquettes recouvrent des assises calcaires.

Des marbres noirs et roses sont exploités par les indigènes pour fabriquer des bracelets (²).

De Hombori à Mopti on aborde et on traverse la zone des grès siliceux antérieurement visités par René Chudeau (³).

(¹) R. Chudeau, *Recherches sur la Tectonique de l'Afrique Occidentale* (*Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4ᵉ série, 18, 1918, p. 62).

(²) L. Desplagnes, *Le Plateau Central Nigérien*, 1907, p. 10.

(³) R. Chudeau, *Le bassin du Moyen Niger* (*La Géographie*, 21, 1910, p. 389).

BOTANIQUE. — *Sur la reproduction du* Caulerpa. Note de M. **R. Dostal.**

L'existence des zoospores signalée par moi (¹) a permis de supposer la possibilité d'un autre mode de reproduction que celui que l'on connaissait jusqu'à maintenant chez *Caulerpa prolifera*, c'est-à-dire celui de la propagation végétative. Mes recherches de cet été, du 20 août au 26 septembre, ont eu pour but d'élucider cette question.

Mon matériel provenait du petit port de la darse de Villefranche-sur-Mer; dans la quantité de matériel examiné journellement les plantes fertiles se sont montrées seulement pendant 11 jours en tout. Les journées du 31 août, des 13 et 22 septembre ont été les plus favorables, car il m'a été possible de récolter en abondance les zoospores en place en mettant les plantes fertiles, lâchant leurs zoospores, à partir du 5ʰ30-6ʰ du matin, dans les bocaux en verre. Le reste de mon matériel provenait des plantes au stade moins avancé (montrant des papilles plus ou moins développées) qui libéraient ultérieurement les zoospores au laboratoire. Les zoospores libres tombent d'abord au fond et ensuite, au bout d'un certain temps, se dispersent dans l'eau. Les zoospores qui restent parfois en grande quantité à l'intérieur des thalles n'ont pas servi pour les expériences, car j'ai constaté qu'elles dépérissaient assez rapidement avec la plante fertile.

Les expériences pour obtenir les zygotes ont été faites aux divers degrés de température (de 10-35° C.), de l'éclairage, de la concentration des sels dans l'eau, tantôt concentrée par l'évaporation, tantôt diluée avec de l'eau douce, ainsi qu'avec adjonction à l'eau de mer de diverses substances chimiques, parfois même de la vase de l'endroit où ont été prises les plantes. J'ajoutais l'eau contenant les zoospores provenant d'individus différents et aussi éloignés les uns des autres que possible aux solutions de diverses concentrations, parfaitement supportées par les plantes elles-mêmes. J'ai essayé de croiser également des plantes d'aspect bien différent, tant au point de vue morphologique que physiologique, qui, les unes, poussent sur le fond vaseux de la darse et, les autres, sont accrochées aux parois ou aux rochers du port (²). Les substances employées étaient HCl, $NaOH$, $NaCl$, Na^2HPO^4, KCl, KNO^3, $MgCl^2$, $MgSO^4$, $Ca(NO^3)^2$, $MnSO^4$, alcool éthylique, éther éthylique, hydrate de chloral; acides acétique, butyrique, lactique, citrique; mannite, glucose, saccharose, maltose, gélose, diastase, salive, pepsine, trypsine, éthyluréthane, urée, cocaïne, vératrine, salicine, digitaline, saponine, tannine, leucine, peptone, hémoglobine, albumine. En général, pendant ces expériences, au bout de 6-12 heures de mouvements actifs, les zoospores commençaient à tomber au fond des bocaux et se déposaient sur les lamelles, ce qui permettait de les examiner ensuite au microscope plusieurs fois par jour. La méthode de gouttes pendantes, si favorable en général pour l'observation des copula-

(¹) *Comptes rendus*, 187, 1928, p, 569.
(²) *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 1298.

tions, n'a pas donné de bons résultats avec *Caulerpa*, les spores devenant immobiles déjà au bout d'une ou deux heures. Dans aucun cas je n'ai pu constater des copulations ou des formations de zygotes; les spores conservaient toujours leur forme caractéristique et montraient nettement un chloroplaste arrondi dans leur partie renflée, ainsi que le noyau bien colorable. Du reste les zoospores sont souvent très résistantes; j'ai pu en garder, lors de mes études antérieures, 3 mois ou même davantage sans pouvoir obtenir de traees des plantes nouvelles. Mais le plus souvent elles dépérissent vite, aussi bien dans les cultures du laboratoire que dans les bocaux mis au fond de la mer et simplement recouverts pour éviter la sortie des spores. Ce sont les zoospores des plantes tenues dans l'obscurité quelques jours avant l'éclosion qui succombent le plus rapidement.

Devant le résultat négatif de mes expériences et dans l'impossibilité de pouvoir constater *de visu* si la copulation des zoospores ou leur évolution quelconque se produit au fond de la mer dans les conditions absolument naturelles, on est réduit à chercher l'explication de la multiplication de *Caulerpa* par d'autres moyens. Pendant mes recherches de cette année, ainsi que des années précédentes, j'ai pu constater l'existence de milliers de plantes fertiles; malgré cela je n'ai jamais trouvé des plantes jeunes qui aient pu provenir, avec certitude, de spores, car toutes les plantes étaient rattachées aux débris de plantes anciennes. La propagation végétative se fait surtout d'une manière intense sous la vase; les feuilles des vieilles plantes ensevelies dans la vase, au moment de la nouvelle période végétative, donnent de nombreux nouveaux stolons dont chacun donnera ensuite une nouvelle plante. Chez les plantes qui vivent sur les rochers ou sur les murs il se produit également, de temps en temps, de nouvelles ramifications des stolons, qui se transforment en nouvelles plantes isolées. On sait que toutes les parties des plantes arrachées (telles que feuilles, stolons, ou rhizoïdes) sont susceptibles de régénérer entièrement la plante. Par conséquent la multiplication et la végétation abondante de *Caulerpa* dans les endroits les plus favorables à sa vie, c'est-à-dire sur un fond vaseux, est parfaitement assurée par la voie végétative, malgré le grand nombre de plantes qui dépérissent après l'émission des zoospores. Par contre, étant donné que la production des zoospores amène toujours le dépérissement complet des plantes mères (sauf les cas très rares où les parties les plus jeunes des stolons ou des feuilles se trouvent séparées, à la suite de quelque mutilation accidentelle, par des cloisons des parties qui deviendront fertiles) est la cause principale de la disparition plus ou moins complète de *Caulerpa* dans les endroits pierreux ou rocheux où la reproduction végétative est, faute de vase, moins favorisée.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'étiologie et la thérapeutique de tumeurs végétales d'allure maligne*. Note de M[lle] **L. Rémy**, présentée par M. L. Mangin.

Il est remarquable que tous les agents physiques et chimiques affaiblissants pour les tissus végétaux (froid humide, éther, etc.) qui déterminent dans les cellules germinatives des mutations régressives et, par suite, des dédifférenciations des tissus adultes (¹) sont les mêmes qui m'ont permis de provoquer sur des géraniums la formation aux nœuds de papillomes, d'hyperplasies et d'hypertrophies. Il semble que les facteurs affaiblissants déterminent la dédifférenciation et parfois aussi indirectement l'excitation nécessaires pour la prolifération des cellules.

Voici dans quelles conditions précises ces formations apparaissent : sous l'action, par exemple, d'applications répétées d'éther, à l'aide d'une boulette de coton, sur un nœud naissent, après un temps parfois assez long, des papillomes qui primitivement n'intéressent que l'écorce et vont se développant extrêmement lentement, l'une des extrémités de la plage soulevée pouvant se nécroser tandis que l'autre continue à se développer. Dans des cas plus marqués il y a formation de petites excroissances qui n'intéressent primitivement toujours que l'écorce mais qui plus tard s'infiltrent dans les tissus sous-jacents et qui présentent ordinairement des rudiments de tiges ou d'organes, des malformations diverses, malformations bien visibles seulement à la loupe. Les excroissances se développent très lentement mais continuement et, phénomène plus curieux, au bout d'un certain temps, alors qu'on a cessé depuis longtemps déjà les applications d'éther, on voit apparaître des hyperplasies de même nature au niveau de nœuds voisins ou éloignés qui n'ont pas été l'objet de ces applications d'éther ou même, mais plus rarement, le long de la tige, phénomène qui fait penser aux métastases des tumeurs malignes. Dans certains cas les géraniums moururent, vraisemblablement atteints dans leur vitalité par ces hyperplasies. Dans d'autres cas les rameaux atteints moururent seuls.

Le phénomène est souvent très lent à se produire, il faut parfois 18 mois à 2 ans de vie affaiblissante, avant de le voir apparaître et une fois déclanché il s'étend très lentement, paraissant longtemps encore n'avoir pas

(¹) *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 894.

d'influence sur la santé de la plante. Ainsi des géraniums placés du côté midi devant une vitre jamais ouverte, dans une pièce aérée seulement indirectement, présentent au bout de 15 mois environ les premières hyperplasies, exactement les mêmes que celles qu'on obtient par applications d'éther, et celles-ci comme celles-là se développent et se multiplient pendant de longs mois encore sans que la plante semble en souffrir, enlevées avec le canif, elles réapparaissent souvent.

J'ai étudié l'action sur ces productions anormales de diverses énergies et j'ai constaté que : 1° les rayons ultraviolets, à faible dose, agissent comme excitants des cellules anormales : sous leur action la plage hyperplasiée double son étendue en quelques jours; 2° la lumière solaire ordinaire concentrée avec une lentille sur l'excroissance favorise aussi le développement de celle-ci, mais à un degré bien moindre que les rayons ultraviolets. Lorsque l'action de ces deux agents n'est pas suffisante pour provoquer, par destruction des cellules, la disparition de l'excroissance, ils excitent son développement et cela d'une façon élective, les cellules des tissus voisins n'étant pas apparemment excitées. Cette action sur les cellules tumorales végétales est donc la même que sur les cellules tumorales animales.

Le magnétisme d'un simple aimant donne de très intéressants résultats : l'aimantation arrête au bout de quelques jours (3 ou 4) la prolifération des cellules en voie de développement et produit, au bout du même temps, la sédation complète de la tumeur même lorsque la plante reste placée dans des conditions affaiblissantes qui provoquent la formation des hyperplasies (géranium décrit derrière la vitre). Le traitement continué pendant quelques semaines (1 à 3) provoque la régression durable de la tumeur, dans mes essais cette régression a même été définitive mais ceux-ci ne remontent pas à une date très éloignée. L'action de l'aimant (qui doit être appliqué tout contre l'excroissance) s'exerce d'une façon élective : elle atteint d'abord et surtout les cellules anormales à la manière des rayons X, les autres cellules touchées par l'aimant étant respectées.

Bien que l'examen histologique des excroissances décrites n'ait pas été fait, il ne semble pas douteux que ces productions anormales présentent des analogies frappantes avec les tumeurs malignes des végétaux, elles seraient toutefois d'une autre espèce que le crown gall, leur développement étant lent et non rapide et leur volume restant faible.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Pourridié et carbonate de chaux.* Note [1] de M. **Gard**, présentée par M. Lecomte.

J'ai montré que le *pourridié* du Noyer cultivé, dû à l'*Armillariella mellea* V., n'existe pas dans les sols contenant de 20 à 25 pour 100 de carbonate de chaux, à moins que le sous-sol ne soit particulièrement humide ou imperméable [2].

Aux exemples déjà cités, je pourrais en ajouter d'autres relevés dans l'Indre et le Cher (environs d'Argenton-sur-Creuse, d'Issoudun, de Bourges). Ici, c'est le sous-sol, très calcaire (surmonté d'un sol mince), qui donne l'alcalinité nécessaire pour annihiler le développement de *la maladie*, à peu près inexistante [3].

J'ai étendu cette notion à des cultures autres que celles du Noyer et à divers *pourridiés*.

A. *Pourridié du Prunier d'ente ou d'Agen.* — Dans la région de Duras (Lot-et-Garonne) des taches intéressant à la fois la Vigne et le Prunier ont donné comme teneur en CO^3Ca des traces ou 0, tandis que dans d'autres terres, où parfois la *chlorose* sévissait, mais où le pourridié ne s'est jamais montré, les dosages variaient autour de 30 pour 100 (propriété de M. Josselin, de M. Fauché à Savignac de Duras, de M. Rivière à Landerrouat). Par le procédé que j'ai indiqué ailleurs, j'ai vérifié qu'il s'agissait aussi de l'*Armillariella*.

B. *Pourridié de la Vigne.* — Dans la région des *Graves* et dans le *Médoc*, les taches sont dues le plus souvent au *Rosellinia necatrix* (Hart) Berl. et portent le nom local de *mortaouses*. Le carbonate de chaux y est absent ou à l'état de traces. Cependant aux environs de Lesparre, des sols fournissent une teneur en Co^3Ca qui varie de 0 à 40 pour 100 et au delà. Les taches que j'ai pu observer (vignobles de M. Léonard) n'intéressaient que des sols sans carbonate de chaux, ou n'en offrant que des traces.

---

(1) Séance du 23 septembre 1929.

(2) M. Gard, *Pourridié du Noyer cultivé et carbonate de chaux* (*Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1373.

(3) Le dosage de la chaux totale est inutile et illusoire, car les silicates, phosphates, sulfates, humates, etc. de cette base sont plutôt acides. C'est donc le carbonate qui détermine l'alcalinité de ces sols et joue le rôle essentiel dans les faits étudiés.

En Champagne, le *pourridié*, *chabot* ou *morille*, est dû au *Pilacre pallida* Pers. que j'ai récolté en novembre 1928 à l'état fructifié sur des souches vivantes. Les *terrassements* pratiqués, en faisant descendre des terres plus fertiles sur les pentes calcaires, ont accru la décalcification si bien que les taches sont assez fréquentes dans les points humides.

Près Reims, dans le vignoble de Murigny, dirigé par M. Bonnet, les dosages calcimétriques exécutés méthodiquement forment un recueil plein d'enseignements. On a dosé avec la terre fine, et aussi avec la terre complète, le sol et le sous-sol. Dans les taches, la teneur en Co^3Ca oscille autour de 11,7 pour 100 pour la première, et de 9,9 pour 100 pour la seconde. Dans le sous-sol, les variations vont de 17 à 36 pour 100 pour la terre fine.

A Rilly-la-Montagne (domaine de M. Couvreur-Perin) faits analogues; la dose de calcaire n'est parfois que de 4,5 pour 100. Dans le point dénommé Cumines, le chiffre de 6,6 pour 100 de CO^3Ca a été fourni par le calcimètre pour une tache assez étendue.

Dans la Charente, grâce à M. Vidal et à M. Lafon, j'ai pu étudier quelques cas intéressants. Je n'y ai trouvé jusqu'ici que l'*Armillariella*. Les dosages ont fourni les chiffres suivants :

	Carbonate de chaux p. 100.
La Pégerie (commune de Touzac)	8,6
Pièce des rentes (commune de Touzac)	13,2
Saint-Sulpice-de-Cognac	2,97
Moulidars (6 dosages) (domaine de Lardenne)	3 à 10
Bois clair (commune de Bourg-Charente)	0
Charroux (commune de Chadenac)	0
Vitis-parc (commune de Cherves-de-Cognac)	0

Je rappelle [1] que dans les terrains *punais* des vignobles des côtes du Rhône, il n'y a pas de carbonate de chaux, d'après les analyses de Raulin.

En résumé, qu'il s'agisse du pourridié des Noyers, de la Vigne, du Prunier d'ente, des arbres fruitiers en général; qu'il soit dû à l'*Armillariella mellea*, au *Rosellinia necatrix* ou au *Pilacre pallida*, les faits sont sensiblement les mêmes.

---

[1] G. Foëx, *Les terrains punais des vignobles des côtes du Rhône* (*Revue de Viticulture*, 1, 1894, p. 38).

ENTOMOLOGIE. — *Sur l'aile des Hyménoptères* (1).
Note de M. **P. Vignon**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

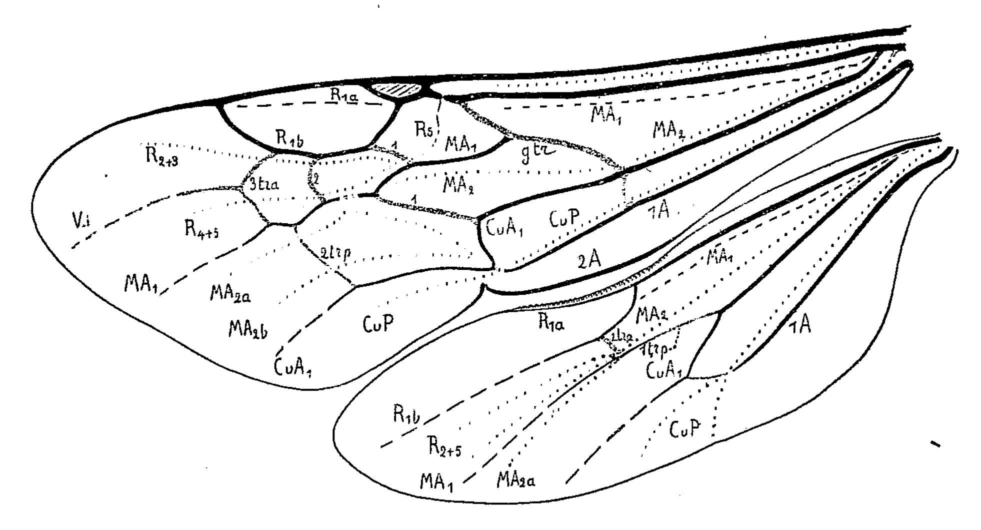
Les Hyménoptères ont, eux aussi, gardé la médiane haute MA_1. La branche suivante, MA_2, n'est plus ici qu'un pli bas, et MP fait défaut. La cubitale des auteurs est ma veine haute CuA_1. Dans la règle, CuP est un pli bas : mais cette cubitale postérieure garde, proximalement, le caractère d'une nervure chez le Tenthrédinidé *Xyela Julii*. Un étranglement basal ayant soudé CuA_1 à la radiale, la tige de la cubitale s'est détruite, inutile. Pourtant, sur ce point-là, le Scoliidé *Myzine tripunctata* est en retard, et il va jusqu'à garder des vestiges certains de la branche CuA_2 que je ne découvre jusqu'ici nulle part ailleurs (♂ nº 97, au Muséum). Ce pincement radio-cubital coupe la médiane haute, et la fait avorter dans la région qui précède la grande transverse *g. tr.* Je n'en vois pas moins, chez un *Sirex augur* (spéc. 116) dont toute la trachéation est observable, que, dans cette même région, la trachée MA_1 est conservée ; elle court sous la nervure radiale. Et souvent, sauf je crois chez les Tenthrèdes, cette partie proximale de la veine MA_1 laisse, en arrière et le long de la radiale, des traces de son existence effective de naguère sous la forme d'un pli haut. A l'aisselle de ce pli naît, souvent aussi, un pli bas, vestige de MA_2.

Du fait de la régression qu'a subie sa partie proximale, MA_1 semble naître aujourd'hui de la transverse *g. tr.* (2). Pour connaître cette portion distale de MA_1, adressons-nous d'abord à des Chalcididés, tels que *Smicra sispes* (spéc. 147). Et sans doute la section distale n'est plus chez eux qu'un pli haut : mais ce pli a une marche toute directe, et le pli bas MA_2 est d'une interprétation non moins claire. Ailleurs les transverses compliquent les choses. Sur l'avant, trois d'entre elles peuvent relier MA_1 à une veine haute qui n'est pas Rs, mais R_{1b}, pendant que deux ou trois autres peuvent l'unir postérieurement à CuA_1. Souvent les transverses antérieures sont franchies par deux plis bas, vestiges du vrai secteur Rs de la radiale : dont la base

(1) Voir *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 199.

(2) Voir en ce point, chez *Thynnus variabilis*, un brunissement, et parfois (spéc. 86) une brève amorce, vestiges ultimes de la section proximale évanouie. Chez *Xyela Julii*, *g. tr* faisant défaut, MA_1 semble naître de la radiale.

garde plus ou moins complètement l'aspect d'une nervure chez divers Céphidés, chez *Xyela Julii*, chez *Thynnus variabilis*. Les transverses postérieures peuvent être franchies par des plis bas MA_{2a}, MA_{2b}. Souvent le proche voisinage des plis bas R_{4+5} et MA_{2a} provoque, en deçà de la deuxième transverse antérieure, un abaissement local de MA_1 (voir la figure). Le processus s'exagérant, il ne reste plus de MA_1, chez un Béthylidé de l'Ogôoué (spéc. 103), que ce qui suit distalement la région basse, pendant



Ailes antérieure et postérieure du ♂ de *Mutilla barbara* L. — Les transverses sont grisées. 1, 2, 3 *tra*, transverses antérieures; 1, 2 *trp*, transverses postérieures; *g.tr*, grande transverse; *V.i*, veine intercalaire, grisée aussi; les traits interrompus représentent des plis hauts et les lignes de points des plis bas.

que chez d'autres Béthylidés tels que *Trissepyris ruficeps* (spéc. 113) la médiane haute finit par disparaître.

La première des transverses antérieures tombe, avec la section de MA_1 qui précède la première transverse postérieure, chez les Béthylidés dont je parlais, ainsi que chez les Ichneumonidés : ceux-ci gardant parfois, de la partie disparue de MA_1, une amorce que peut prolonger un pli haut (voir *Thalina superba* notamment, spéc. 114). Mais supprimons, en outre, la transverse *g. tr* et nous obtenons l'aile postérieure. Libres maintenant de se mettre bout à bout, la partie distale de Rs et la partie proximale de MA_2 creusent cette aile d'un pli longitudinal bas, très apparent.

Ce qui précède ne cadre guère avec ce que l'on a coutume de dire de cer-

tains fossiles du Jurassique, du Permien, du Houiller [1] : tout comme le Coléoptère et le Diptère, l'Hyménoptère est resté bien plus près que l'on ne croit de l'ancêtre, inconnu, dont la nervation était complète.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'amylase du sérum de cheval et les variations de son activité en fonction des saignées successives.* Note [2] de M. **Brocq-Rousseu**, Mme **Z. Gruzewska** et M. **G. Roussel**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Nous avons déjà présenté, dans un autre périodique, les résultats d'une série de recherches entreprises sur le sérum de cheval. Nous avons étudié le sucre d'hydrolyse, sa nature, ses rapports avec les albuminoïdes, et nous avons pu préciser, au cours de saignées successives, l'existence de divers ferments solubles dans le sérum.

Nous étudierons dans cette Note l'amylase du sérum et son activité suivant le nombre des saignées.

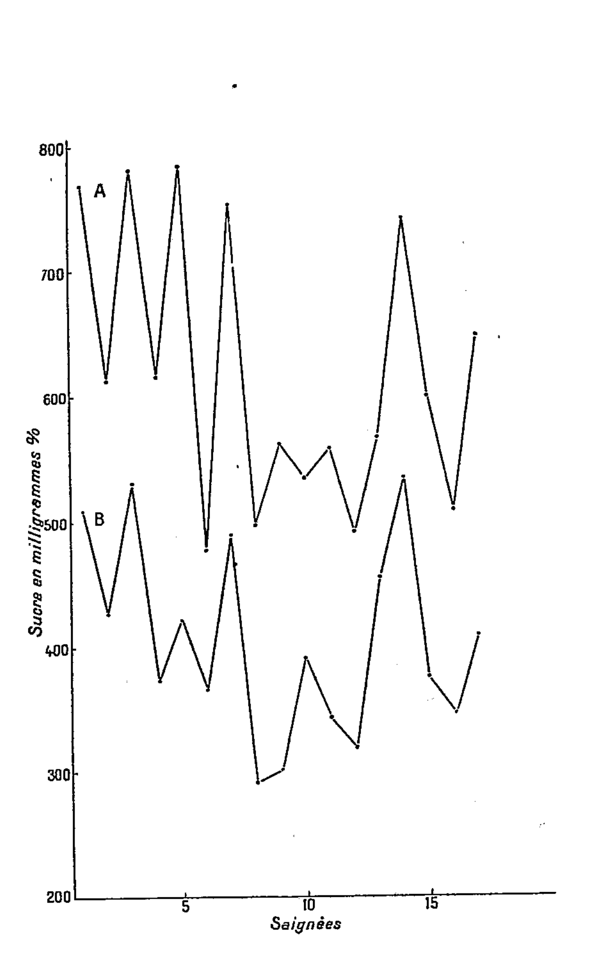
Après Claude Bernard, qui a démontré l'existence de ce ferment dans le sang, de nombreux auteurs se sont occupés de la question (Pavy, Boëhm et Hoffmann, Dastre, Bourquelot, Gley, etc.). D'après Ischerevkof, l'activité de l'amylase du sang ne persiste pas plus de 10 jours. Bial indique qu'une légère acidité du liquide favorise l'activité diastasique. Clerc ne trouve dans le mélange amidon-sérum, après 20 heures de contact, que du glucose comme sucre produit.

La technique que nous avons employée dans cette étude est la suivante : le sérum stérile, obtenu par coagulation spontanée du sang prélevé aseptiquement sur l'animal est mis en contact pendant 24 heures à 37°C. avec une solution d'amidon à 1,4 pour 100, stérilisée à 120° à l'autoclave pendant 20 minutes. Nos empois ont toujours été préparés avec la même fécule. La défécation des liquides a été faite avec le réactif de Patein pour la première série et avec l'acide tungstique pour la deuxième série. Le sucre a été déterminé par la méthode de G. Bertrand et exprimé en glucose pour 100.

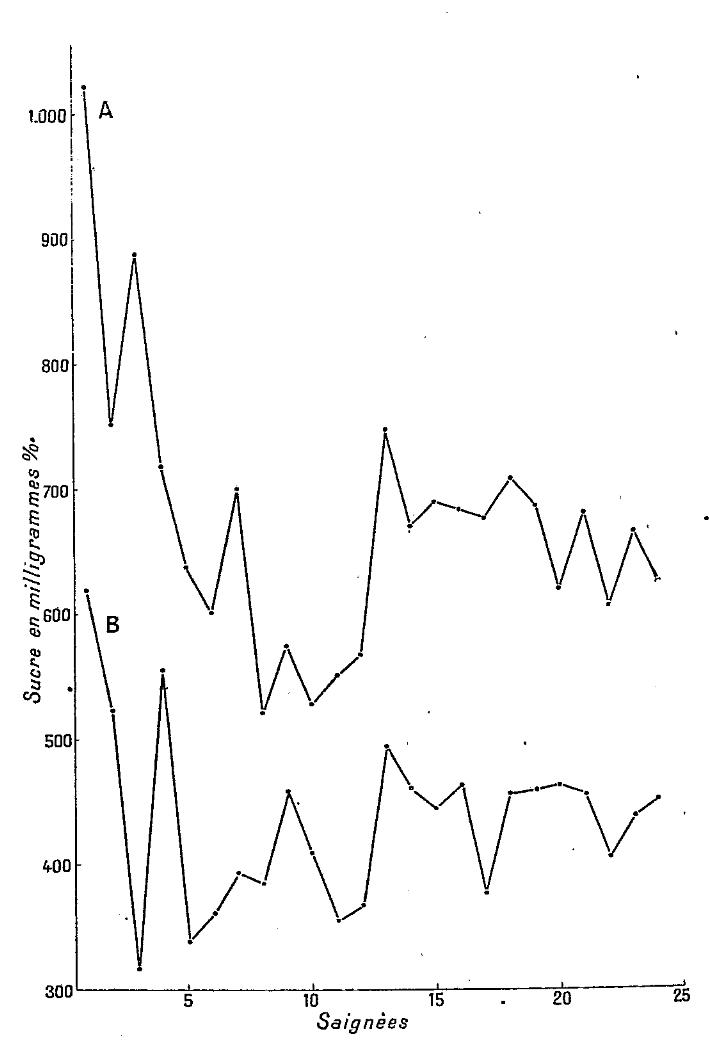
---

(1) Cf. l'exposé de M. Lameere, *Rec. Inst. zool. Torley-Rousseau*, 1, 1928, p. 224-225, figure 19, et p. 230, paragraphe 2.

(2) Séance du 16 septembre 1929.



Courbe n° 1.
1re série. Courbe de l'activité de l'amylase au cours de 17 saignées.
A, quantité de sérum double de celle de B.



Courbe n° 2.
1re série. Courbe de l'activité de l'amylase au cours de 24 saignées.
A, avec double quantité de sérum de celle de B.

Nous nous sommes assurés, au moyen de la phénylhydrazine acétique, qu'après 24 heures, les liquides de digestion ne contenaient, comme sucre que du glucose. Les osazones obtenues fusibles à 132°, présentaient tous les caractères de la glucosazone. Ce fait indique suffisamment la présence de la maltase dans les sérums.

Nous avons effectué deux séries d'expériences.

La première série comprenait les sérums des saignées successives de 10 chevaux, le nombre de saignées variait de 6 à 24. Ces sérums, avant d'être analysés, ont été conservés pendant un certain temps dans des ampoules stériles à la glacière. Nous avons fait deux expériences pour chaque saignée avec des quantités différentes de sérum (14 à 28 pour 100); les résultats se contrôlaient mutuellement. Le sucre libre du sérum n'a pas été pris en considération dans cette série d'expériences. Le pH des liquides de digestion oscillait entre 7,4 et 7,6. La réaction du mélange amidon-sérum était donc faiblement alcaline.

Les deux courbes doubles ci-dessous résument les résultats obtenus avec deux sérums différents.

Les saignées successives sont portées sur l'abscisse, et les quantités de sucre obtenu sur l'ordonnée, en milligrammes pour 100.

Ces courbes indiquent, non seulement les variations individuelles de l'activité des sérums, mais encore elles signalent une périodicité de cette activité en fonction des saignées.

La séance est levée à 15^h30^m.

E. P.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances d'août 1929.

Inertie polymorphe, essai d'une extension du principe de l'inertie, par Michel C. Stéphanidès. Paris, Maisonneuve frères, 1929; 1 fasc. 21cm.

Réunion internationale de Chimie physique. Rapports et discussions publiés par M. René Audubert et Mlle M.-L. Claudel. *Activation et structure des molécules*. Paris, Les Presses universitaires de France, 1929; 1 vol. 26cm. (Présenté par M. Jean Perrin.)

Science, évolution, religion, par E. T.. Boston, Richard G. Badger, s. d.; 1 vol. 19cm.5.

Notes on Talcott's method of determining terrestrial Latitudes, compiled by major W. L. Marshall; 1 vol. 23cm.

Nouvelles recherches expérimentales sur le comportement sexuel du Coprinus micaceus (deuxième partie), par René Vandendries et Gérard Robyn. Bruxelles, Maurice Lamertin, 1929; 1 vol. 30cm.

Académie de Marine. Les concours de 1929-1930. Règlement général. Note sur les conditions auxquelles devront se conformer les candidats aux concours de l'Académie de Marine.

Application de la loi Blondel-Rey à la détermination des optiques les plus favorables pour les feux à éclats, par M. Jean Rey. Note présentée à la réunion officieuse des chefs de service de l'éclairage et du balisage des côtes à Londres, juillet 1929; 1 fasc. 24cm.

Les abeilles. Études sur leur vie, leur habileté et leurs mœurs, par l'abbé Thadée Ciborowski. Wilnie, 1927; 2 vol. 26cm.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 7 OCTOBRE 1929.

PRÉSIDENCE DE M. LOUIS MANGIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que les tomes 186 (1928, 1er semestre) et 187 (1928, 2e semestre) des *Comptes rendus* sont en distribution au Secrétariat.

M. **P. Helbronner** rend compte de la cérémonie d'inauguration du monument du capitaine Adrien Durand, du Corps des Ingénieurs-Géographes, qui a eu lieu le dimanche 29 septembre à Ailefroide (Hautes-Alpes) à l'occasion du centenaire de la première occupation du Pelvoux (3931^{m}) pour la triangulation du premier ordre de la Carte de l'État-Major, et au cours de laquelle il a pris la parole au nom de l'Académie.

ASTRONOMIE. — *Sur la mesure de l'inclinaison de l'axe de rotation de la lunette méridienne, dans les déterminations de l'heure.* Note de M. **G. Bigourdan**.

L'inclinaison de l'axe de rotation de la lunette méridienne, dans la détermination exacte de l'heure, se fait généralement par l'une ou l'autre des deux méthodes suivantes : 1° par des pointés du réticule avec le fil mobile sur son image, donnée par l'horizon à mercure et faits ordinairement dans l'une et l'autre des deux positions de l'axe considéré (méthode dite du *nadir*); 2° par l'emploi du niveau à bulle d'air, méthode qui est alors plus simple.

Les astronomes ne sont pas d'accord sur la méthode à préférer, surtout parce que le niveau est un instrument assez capricieux, même infidèle par-

fois pour diverses raisons quand on ne l'a pas bien vérifié; d'autre part dans la méthode du nadir les questions d'éclairage jouent un grand rôle; en outre la lunette est très éloignée de la position qu'elle occupe dans l'observation des étoiles.

Il m'a toujours semblé que le mieux était d'employer autant que possible simultanément les deux méthodes, contrôlées l'une par l'autre, et d'en prendre la moyenne pondérée quand on est arrivé à expliquer les différences.

En tout cas, la détermination des longitudes mondiales d'octobre-novembre 1926 [dont les résultats viennent d'être réunis par M. A. Lambert (1), secrétaire de la Commission] nous permet de juger ce qui se fait dans les observatoires du monde entier, pour la constante considérée. Ce Mémoire indique 49 lunettes méridiennes employées; sur ce nombre 8 ont déterminé l'inclinaison par le nadir, 39 par le niveau et 2 par l'un et l'autre des procédés. Dans celles qui employaient le niveau plusieurs avaient double fiole et dans celles qui employaient le nadir 3 se servaient du niveau le plus souvent comme contrôle. Ainsi la majorité est considérable de ceux qui emploient le niveau seul, plus de 4 fois plus grande.

GÉODÉSIE. — *L'ellipsoïde de référence international. Ses tables.* Note de M. **Georges Perrier**.

Nombreux sont les ellipsoïdes terrestres obtenus depuis près de deux siècles par les différents géodésiens, en utilisant soit des triangulations, accompagnées d'observations astronomiques (méthode des mesures d'arc autrefois, méthode des aires aujourd'hui), soit les déterminations d'intensité de la pesanteur.

Cette multiplicité n'est pas sans créer une certaine confusion.

Dans le domaine pratique, pour que des triangulations exécutées dans des pays différents puissent être comparées vers leur région frontière, il faudrait en toute rigueur qu'elles soient calculées : 1° en partant de bases mesurées en fonction du même étalon; 2° en partant de la même station astronomique origine; 3° sur le même ellipsoïde de référence. Si la première condition est aujourd'hui à peu près toujours remplie, depuis la généralisation

(1) *La révision des Longitudes mondiales* (octobre-novembre 1926). *Commission internationale des longitudes par T. S. F.*, Paris, 1929.

presque universelle du système métrique et les comparaisons des divers étalons nationaux avec le mètre international, effectuées au Bureau international des Poids et Mesures, les deux autres conditions ne le sont presque jamais.

Dans le domaine des recherches théoriques, il y aurait avantage, par exemple, à ramener à un même ellipsoïde toutes les déviations de la verticale observées sur de vastes étendues, comme un même continent.

C'est dans le but de contribuer à l'unification de tous les travaux géodésiques qu'après une enquête complète auprès des Services géodésiques des pays appartenant à l'Union géodésique et géophysique internationale (1), la Section de Géodésie de cette Union, à son Assemblée générale de Madrid, en septembre 1924, a adopté un ellipsoïde de référence international (2). Après de longues discussions, son choix s'est porté sur l'ellipsoïde de révolution calculé par Hayford en 1909, d'après l'ensemble des déviations de la verticale déterminées aux États-Unis, et publié dans son ouvrage : *Supplementary Investigation in 1909 of the Figure of the Earth and Isostasy* (3). Ses éléments sont :

$$a = \text{demi-grand axe équatorial} = 6.378.388^{m},$$

$$= \quad \text{aplatissement} \quad = \frac{1}{297,0}.$$

Pour que ce choix ait des conséquences pratiques et pour que l'ellipsoïde international puisse être aisément employé par tous les géodésiens, il était indispensable de calculer et de publier des tables permettant d'obtenir pour toutes les latitudes les valeurs des éléments de l'ellipsoïde utiles dans les calculs géodésiques.

Ces tables ont été calculées par M. Hasse, chef du Bureau des Calculs de la Section de Géodésie du Service géographique de l'Armée, sous la direction du général Perrier.

Elles donnent pour les valeurs des latitudes L, espacées de minute en minute (sexagésimale ou centésimale), de 0 à 90° ou 100^{g}, les éléments suivants :

1° Les valeurs de log N (N, grande normale) à 10 décimales, avec les différences tabulaires;

---

(1) Voir *Bulletin géodésique* n° 8, octobre-novembre-décembre 1925, p. 599-698.

(2) Voir *Bulletin géodésique* n° 7, juillet-août-septembre 1925, p. 511, 540, 552.

(3) Washington, Government Printing Office, 1910, p. 77.

2° Les valeurs de ρ (ρ, rayon de courbure de la section méridienne) à 10 décimales, avec les différences tabulaires;

3° Les valeurs de $\log \sqrt{N\rho}$ ($\sqrt{N\rho}$, rayon de courbure moyen) à 10 décimales, avec les différences tabulaires;

4° Les valeurs des logarithmes du facteur de l'excès sphérique, à 6 décimales;

5° Les longueurs des arcs de parallèle d'une minute (sexagésimale ou centésimale) au centième de millimètre;

6° Les longueurs des arcs de méridien comptés depuis l'équateur jusqu'à la latitude L, au millimètre, avec les différences tabulaires.

On ne s'est pas préoccupé de publier en même temps des tables des coefficients qui interviennent dans les formules en usage pour le calcul des coordonnées géodésiques, telles que celles des Ingénieurs-Géographes. Ces formules sont trop nombreuses et trop diverses.

Toutefois, pour donner le plus tôt possible à tout Service géodésique la possibilité de calculer des coordonnées géodésiques sur l'ellipsoïde international, en n'importe quelle région du globe, et en conservant le système de division de la circonférence dont il a l'habitude, nous avons déjà publié, dans les deux systèmes de division de la circonférence, les tables nécessaires pour l'application sur cet ellipsoïde des formules du colonel E. Benoît [1].

L'Institut géodésique de Finlande ayant déjà adopté l'ellipsoïde de Hayford avant qu'il ait été choisi comme ellipsoïde international, M. Väisälä avait déjà calculé certains éléments de cet ellipsoïde [et aussi les coefficients des formules en usage à l'Institut pour le calcul des coordonnées géodésiques [2]], mais seulement pour les latitudes 59° à 70° incluses, les seules

---

(1) Lieutenant-colonel E. Benoit, *Formules pratiques pour le calcul des coordonnées géodésiques; application dans le cas de l'ellipsoïde de référence international*, avec une *Introduction* par le colonel G. Perrier, des *Exemples* et des *Tables*, calculés par M. Périn, dans le système de la division sexagésimale de la circonférence (*Bulletin géodésique* n° 12, octobre-novembre-décembre 1926, p. 187).

Lieutenant-colonel E. Benoit, *Formules pratiques pour le calcul des coordonnées géodésiques; application dans le cas de l'ellipsoïde de référence international* (suite). *Exemples* et *Tables*, calculés par M. Périn, dans le système de la division centésimale de la circonférence (*Bulletin géodésique*, n° 16, octobre-novembre-décembre 1927, p. 135).

(2) V. Väisälä, *Tafeln für geodätische Berechnungen nach den Erddimensionen von Hayford* (*Veröffentlichungen des finnischen geodätischen Institutes*, Nr 1, Helsinki, 1923).

qui intéressent la Finlande. Il a été ainsi possible, pour l'intervalle des latitudes 59° à 70°, de vérifier les tables calculées par celles de M. Väisälä.

La Préface des tables de l'ellipsoïde international, rédigée par le général Perrier, donne tous les éclaircissements nécessaires sur l'historique de la question, et sur les procédés employés pour le calcul des tables.

Les deux tables (système centésimal et système sexagésimal) ont été publiées en faisant calligraphier tous les tableaux sur des feuilles de papier calque qui ont ensuite servi de clichés pour la reproduction photographique. Ce procédé, très suffisant, a certainement réalisé une économie des deux tiers environ sur le procédé typographique.

Les deux volumes contiennent en typographie la préface commune.

Terminons en indiquant dans quel esprit la Section de Géodésie de l'Union géodésique et géophysique internationale a adopté un ellipsoïde international :

« Il ne s'agit nullement d'imposer aux nations, dont la triangulation est ancienne ou très avancée, un ellipsoïde nouveau sur lequel elles devraient refaire le calcul de leurs réseaux. Si elles peuvent le faire sans trop de difficulté, ce sera mieux, mais on ne saurait évidemment les y obliger et toute prescription dans ce sens resterait illusoire.

» Mais l'ellipsoïde international devra être employé de préférence à tout autre :

» 1° Dans les pays récemment ouverts à la Géodésie, pour les triangulations tout nouvellement entreprises, à peine commencées, dont le calcul sera aisé à reprendre, ou pour celles à entreprendre à l'avenir;

» 2° Dans les pays déjà couverts de travaux géodésiques, quand il s'agira de procéder, pour un motif quelconque, à la réfection de ces travaux;

» 3° Chaque fois qu'il s'agira de calculer pour les besoins de la Géodésie supérieure les déviations de la verticale par rapport à un ellipsoïde déterminé. »

S'il est matériellement impossible à tous les Services géodésiques de refaire sur le nouvel ellipsoïde le calcul des coordonnées géodésiques des milliers de points trigonométriques de leurs triangulations, on peut du moins espérer qu'ils procéderont à ce calcul pour les points astronomiques, et que les déviations de la verticale pourront être ainsi rapportées à un ellipsoïde unique.

CHIMIE PATHOLOGIQUE. — *Étude comparée des protéines dans le sérum sanguin et dans les sérosités pathologiques*. Note de MM. **Ch. Achard** et **A. Arcand**.

On sait que la teneur des épanchements séreux en protéines varie suivant qu'il s'agit de transsudats hydropiques ou d'exsudats inflammatoires et qu'un taux relativement élevé de protéines (30 à 40^g par litre) est un signe de leur nature inflammatoire. Ce fait paraît explicable par une plus grande perméabilité des parois capillaires enflammées, qui laissent passer les colloïdes plus aisément qu'à l'état normal.

Toutefois, on n'a pas la preuve directe et absolue que les protéines des exsudats et transsudats proviennent seulement du plasma sanguin. On ignore, d'ailleurs, l'origine des protéines du sang et l'on ne peut actuellement tenir pour impossible qu'il ne s'en forme aussi dans les séreuses. N'est-il pas même certain que les synoviales articulaires forment à l'état normal de la mucosine qui ne se trouve pas dans le sang?

Pour aborder ce problème de l'origine des protéines que renferment les épanchements de sérosité, il convient d'abord de comparer la teneur en protéines du plasma sanguin et des sérosités, car le taux des protéines dans le plasma n'a rien de bien fixe et varie notablement à l'état pathologique.

Nous avons fait cette comparaison dans plusieurs cas de pleurésie et d'ascite.

Sur douze cas de pleurésie, dont dix nettement inflammatoires et deux chez des cardiaques, nous avons trouvé 9 fois dans le liquide un taux de protéines aux environs de 50 pour 100, alors que le taux dans le sérum sanguin était compris entre 63 et 86. Dans un autre cas, il s'élevait à 62, avec 81 dans le sérum. Chez les deux cardiaques, il n'était dans la sérosité que de 37 et 21, avec 76 et 63 dans le sérum.

Si l'on compare le rapport des protéines du sérum à celles de la sérosité $\left(\frac{\text{sérum}}{\text{liquide}}\right)$, on trouve des valeurs comprises entre 1,25 et 1,76; chez les deux cardiaques, ce rapport atteignait 2 et 2,89.

Mais il y a différentes sortes de protéines.

La plus diffusible est la sérine. On sait qu'elle traverse le rein à l'état pathologique plus facilement que les autres, et que la plupart des albuminuries sont des sérinuries. En particulier, dans un cas d'albuminurie orthostatique, affection dans laquelle le passage de l'albumine à travers le rein

dépend surtout de conditions circulatoires temporaires, nous n'avons trouvé dans l'urine que de la sérine.

La globuline est moins diffusible.

Enfin, M. Piettre a séparé des protéines du sérum une protéine particulière qu'il appelle myxoprotéine, précipitant en gros flocons visqueux de teinte grisâtre, insoluble dans l'eau comme la globuline, mais soluble dans les sels neutres, contenant en moyenne 1,1 de soufre pour 100 et pas de phosphore quand elle a été débarrassée des lipides d'entraînement.

Nous avons étudié comparativement dans le sérum et dans les sérosités le taux de ces trois sortes de protéines.

Dans nos liquides pleurétiques, le taux de la sérine était ordinairement supérieur à celui de la globuline comme dans le sérum sanguin. Dans un cas où la globuline l'emportait sur la sérine, il en était de même dans le sérum. Quant à la myxoprotéine, généralement moins abondante que la globuline, tant dans le sérum que dans la sérosité, elle dépassait pourtant la globuline dans le sérum de deux malades, mais non dans le liquide pleural.

La valeur du rapport $\frac{\text{sérum}}{\text{liquide}}$ était très variable pour les diverses protéines.

Pour la sérine, elle était comprise entre 1,16 et 2,24, et dans un seul cas elle était inférieure à l'unité (0,91).

Pour la globuline, elle oscillait entre 1,14 et 2,23 avec deux cas exceptionnels de 0,96 et 4,13.

Pour la myxoprotéine, elle présentait de plus grands écarts : de 1,07 à 1,79 dans six cas, mais dans quatre autres : 3,53, 5,66, 6,50, 17,92. Il y a donc des cas où le sérum sanguin renferme beaucoup plus de myxoprotéine que l'épanchement ; dans ces cas, la séparation de cette protéine d'avec la globuline est, d'ailleurs, bien plus délicate à obtenir.

Il convient de remarquer que, dans les deux hydrothorax, les valeurs du rapport $\frac{\text{sérum}}{\text{liquide}}$ étaient élevées pour la sérine (2,24 et 1,95), et la globuline (2,23 et 4,13), mais qu'il y avait discordance pour la myxoprotéine (1,07 et 5,66).

Nous avons aussi étudié huit ascites, qui paraissaient être de nature mécanique et une autre de nature néoplasique.

Dans les premières, le taux des protéines variait de 1,90 à 14, et, dans un cas, atteignait 46,60 pour 1000. Le rapport $\frac{\text{sérum}}{\text{liquide}}$ pour ces protéines totales

était compris entre 1,60 (cas du liquide riche en protéines), et 11,13, avec un cas de 22,96.

Pour la sérine, le rapport $\frac{\text{sérum}}{\text{liquide}}$, sauf le cas du liquide riche en protéines où il était abaissé à 0,82, était toujours élevé de 3,61 à 40,47. Il y avait donc toujours beaucoup moins de sérine dans le liquide d'ascite que dans le sérum sanguin.

Pour la globuline, ce rapport était compris entre 1,60 (cas du liquide riche en protéines) et 40,13, et presque toujours aussi cette protéine était beaucoup moins abondante dans le liquide d'ascite que dans le sérum.

Enfin, pour la myxoprotéine, ce rapport variait entre 4,75 et 32,31.

Dans le cas d'ascite néoplasique, le taux des protéines atteignait 33,50 pour 1000, avec un rapport $\frac{\text{sérum}}{\text{liquide}}$ de 1,92 pour les protéines totales, 2,37 pour la sérine, 1,50 pour la globuline et 1,61 pour la myxoprotéine.

Il y avait, en somme, toujours beaucoup moins de sérine, de globuline et de myxoprotéine dans la sérosité que dans le sérum sanguin; mais la proportion était plus variable pour la myxoprotéine.

De ces résultats il semble possible de conclure que, pour une part importante, les protéines des sérosités proviennent du plasma sanguin, mais sans exclure néanmoins toute formation de protéines dans les séreuses.

Enfin il convient d'ajouter que, si la myxoprotéine avait été comptée avec la globuline, le quotient albumineux du sérum $\left(\frac{\text{sérine}}{\text{globuline}}\right)$ aurait été le plus souvent inverti, c'est-à-dire que la globuline l'aurait emporté sur la sérine, ce qui a été constaté dans beaucoup d'états morbides, tels que les néphrites hydropiques, l'eczéma des nourrissons, les ascites cirrhotiques, les maladies aiguës, la tuberculose pulmonaire avec cachexie.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *Contribution à l'étude de la matière fulminante. La tension superficielle. Partage d'un globe en plusieurs autres sous l'influence d'un choc ou d'un rebondissement.* Note [1] de M. **E. Mathias.**

1. Albert le Grand, le savant évêque de Ratisbonne, savait que les globes fulminants rebondissent comme des corps élastiques et qu'ils passent par des trous très étroits [2].

---

(1) Séance du 30 septembre 1929.

(2) Beati Alberti Magni, *Ratisbonensis Episcopi Operum*, 2, p. 44, Lugduni, 1651.

La matière fulminante, étant un gaz, peut évidemment passer, en vertu de sa fluidité, par des orifices fort étroits. Ce qui est remarquable, c'est qu'en passant par ces pertuis étroits, la matière fulminante ne se fragmente pas en parties qui, par la suite, demeureraient étrangères les unes aux autres. Le phénomène que nous désirons mettre en évidence, c'est son aptitude étrange à demeurer unie en traversant les orifices les plus étroits et à reprendre ensuite sa forme première. On a la sensation que tout se passe comme si cette substance était emprisonnée dans une enveloppe élastique, indéchirable bien qu'infiniment mince, qui n'en laisse échapper aucune parcelle. Or, *cette enveloppe idéale n'est autre que la couche superficielle du fluide, siège de la tension superficielle*. Les observations relatives à l'aptitude de la matière fulminante à passer par des pertuis étroits peuvent donc être considérées comme les preuves les plus convaincantes de la réalité de cette tension superficielle qui, dans notre théorie, joue un rôle de tout premier plan, lequel ne lui avait été avant nous reconnu par aucun physicien.

2. Les phénomènes invoqués dans le paragraphe précédent pouvant être considérés comme connus depuis longtemps, nous approfondirons le phénomène moins connu du *partage d'un globe en plusieurs autres sous l'influence d'un choc ou d'un rebondissement*, auquel cas, en première approximation tout au moins, la température et la tension superficielle A peuvent être considérées comme constantes.

Le phénomène du partage d'un globe en plusieurs autres *a pour but d'augmenter la stabilité du système* devenue insuffisante. Or la stabilité est d'autant plus grande que l'énergie dépensée pour créer le système, à température constante, a été plus considérable. Si S est la surface extérieure d'un globe, l'énergie capillaire dépensée pour créer la goutte sur place à partir de l'état gazeux à la même température est AS; si A est constant, cette énergie est proportionnelle à S.

Considérons le partage d'une foudre sphérique de rayon R et de surface S en n autres de rayon R' et de surface totale S'. Écrivons que le volume de la matière fulminante demeure constant; il vient

$$S = 4\pi R^2, \qquad S' = n.4\pi R'^2, \qquad R^3 = nR'^3,$$

d'où

$$S'/S = n\left(\frac{R'}{R}\right)^2 = n^{\frac{1}{3}}.$$

On a donc le tableau suivant :

n =	8,	27,	64,	125,	...,
S'/S =	2,	3,	4,	5,	....

La stabilité augmente donc quand le nombre des globes augmente, c'est-à-dire quand, toutes choses égales d'ailleurs, leur rayon diminue.

Si l'on tient compte de ce que, dans le choc ou le rebondissement, la température diminue un peu, la tension superficielle devenant $A' > A$, alors l'énergie, de AS, devient A'S' :

$$A'S'/AS = A'/A \, . \, S'/S.$$

Les conclusions précédentes ne sont pas changées, l'abaissement de la température augmentant encore la stabilité du système.

3. Au lieu de chercher des raisons théoriques du partage d'un globe de matière fulminante en d'autres plus petits, nous aurions pu tout simplement donner des raisons d'ordre expérimental.

Reportons-nous, par exemple, aux expériences classiques de J. Plateau relatives à l'équilibre de sphères d'huile d'olives dans un mélange d'eau distillée et d'éther éthylique de même densité. L'expérience montre que les grosses sphères d'huile légèrement agitées se transforment aussitôt en petites sphères très stables, que l'on peut agiter, piquer avec des fils de fer, sans arriver à les rompre en sphères plus petites.

Au contraire, il est difficile de réaliser des sphères un peu grosses par fusion deux à deux de sphères plus petites. Lorsque le rayon dépasse un centimètre, les sphères se partagent sous l'influence d'un choc d'autant plus faible que le rayon est plus grand. On sait que J. Plateau a pu, avec d'infinies précautions, réaliser des sphères de 14^{cm} de diamètre, sans pouvoir jamais aller plus loin.

Ce qui précède montre que *le partage d'une foudre globulaire en plusieurs autres sous l'influence d'un choc ou d'un rebondissement est un phénomène de tension superficielle* tout comme son passage à travers des pertuis étroits.

M. **Georges Perrier** fait hommage à l'Académie des *Tables de l'Ellipsoïde de référence international*, rédigées sous sa direction par M. E. Hasse.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Des publications faites à l'occasion du *Fourth Pacific Science Congress :*

a. Krakatau.

b. Preservation of Wild Life and Nature Reserves in the Netherlands-Indies.

c. Science in the Netherlands East Indies.

d. 35 *Excursion-guides.*

e. 84 tirages à part des *Proceedings* du *Fourth Pacific Science Congress* Java, 1929.

2° N. Coculescu. *Curs de Astronomie teoreticà.* (Présenté par M. G. Bigourdan.)

3° *Le Marbre.* Conférence de M. B. Sancholle-Henraux.

M. **P. Appell**, président du Conseil d'administration de la *Fondation Edmond de Rothschild*, prie l'Académie de vouloir bien désigner un des membres de la Section de Chimie, qui remplacera dans le Conseil M. *Ch. Moureu* décédé.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur les probabilités* a posteriori. Note de M. **V. Romanovsky**, présentée par M. Hadamard.

Considérons s épreuves indépendantes et supposons qu'un événement E est observé k fois dans ces épreuves et conserve pour chacune d'elles une probabilité inconnue constante p_0. Si la probabilité *a priori* d'une valeur

$$x < p_0 < x + dx$$

est $\varphi(x)\,dx$, on aura

$$\text{(1)} \qquad \mathrm{P}(-\alpha\mathrm{M} < p_0 - p < \alpha\mathrm{M}) = \frac{\displaystyle\int_{p-\alpha\mathrm{M}}^{p+\alpha\mathrm{M}} x^k(1-x)^m\,\varphi(x)\,dx}{\displaystyle\int_0^1 x^k(1-x)^m\,\varphi(x)\,dx},$$

le premier membre désignant la probabilité des inégalités

$$-\alpha M < p_0 - p < \alpha M,$$

où

$$M = \sqrt{\frac{2pq}{s}}, \qquad p = \frac{k}{s}, \qquad q = \frac{m}{s}, \qquad m = s - k,$$

et où $\alpha > 0$ est un nombre réel donné quelconque.

M. R. von Mises (*Math. Zeitschr.*, 4, p. 81-83) a démontré un théorème qui est équivalent à l'égalité

$$(2) \qquad \lim_{s \to \infty} P(-\alpha M < p_0 - p < \alpha M) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\alpha} e^{-t^2}\, dt,$$

qui se vérifie pour p constant et $\varphi(x)$ fonction continue quelconque positive dans $(0, 1)$. Ce résultat est très important. Jusqu'à M. R. von Mises on n'avait pu le démontrer que pour le cas de $\varphi(x) = 1$, ce qui détruisait presque l'importance pratique de l'égalité (2). Le but de la présente Note est d'indiquer une démonstration nouvelle de cette égalité.

Soit $\varphi(x)$ une fonction quelconque, continue et positive dans l'intervalle $(0, 1)$ et telle que $\varphi(p) \neq 0$ et $\int_0^1 \varphi(x)\, dx = 1$. Dans ces conditions on aura l'égalité (2) si pour $s \to \infty$ le nombre $p = k : s$ reste constant.

La démonstration de ce théorème repose sur les deux lemmes suivants :

Lemme I. — *Soit*

$$c_1 = p - \alpha(s) M, \qquad c_2 = p + \alpha(s) M, \qquad \alpha(s) = s^{\frac{1}{6} - \rho} \qquad \left(0 < \rho < \frac{1}{6}\right).$$

Alors

$$(3) \qquad \lim_{s \to \infty} \left(\int_0^1 x^k (1-x)^m\, dx : \int_{c_1}^{c_2} x^k (1-x)^m\, dx \right) = 1.$$

La démonstration de ce lemme découle des égalités

$$\lim_{s \to \infty} \frac{\int_0^1 x^k (1-x)^m\, dx}{\sqrt{\pi}\, M p^k q^m} = 1;$$

$$\int_{c_1}^{c_2} x^k (1-x)^m\, dx = M p^k q^m \int_{-\alpha(s)}^{\alpha(s)} e^{-t^2} (1 + \varepsilon_s)\, dt,$$

$$\left(|\varepsilon_s| < 2\lambda s^{-3\rho}, \quad \lambda = \frac{2^{\frac{5}{2}}}{3} \frac{p^2 + q^2}{\sqrt{pq}} \right),$$

d'après la formule de Stirling et le développement des logarithmes des expressions $\left(1 + \frac{tM}{p}\right)^k$ et $\left(1 - \frac{tM}{q}\right)^m$.

Pour $\alpha(s) = \alpha > 0$ constant et quelconque, on a le résultat bien connu :

$$(4) \qquad \lim_{s \to \infty} \frac{\int_{p-\alpha M}^{p+\alpha M} x^k (1-x)^m \, dx}{\int_0^1 x^k (1-x)^m \, dx} = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^\alpha e^{-t^2} \, dt.$$

LEMME II. — *On a*

$$(5) \qquad \lim_{s \to \infty} \frac{\int_0^1 x^k (1-x)^m \varphi(x) \, dx}{\varphi(p) \int_0^1 x^k (1-x)^m \, dx} = 1,$$

$$(6) \qquad \lim_{s \to \infty} \frac{\int_{p-\alpha M}^{p+\alpha M} x^k (1-x)^m \varphi(x) \, dx}{\varphi(p) \int_0^1 x^k (1-x)^m \, dx} = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^\alpha e^{-t^2} \, dt,$$

où $\alpha > 0$ est un nombre constant quelconque.

On obtient (5) à l'aide du lemme I et des égalités presque évidentes

$$(7) \qquad \lim_{s \to \infty} \frac{\int_{c_1}^{c_2} x^k (1-x)^m \varphi(x) \, dx}{\varphi(p) \int_{c_1}^{c_2} x^k (1-x)^m \, dx} = 1,$$

$$(8) \qquad \lim_{s \to \infty} \frac{\int_0^{c_1} x^k (1-x)^m \varphi(x) \, dx}{\varphi(p) \int_{c_1}^{c_2} x^k (1-x)^m dx} = \lim_{s \to \infty} \frac{\int_{c_2}^1 x^k (1-x)^m \varphi(x) \, dx}{\varphi(p) \int_{c_1}^{c_2} x^k (1-x)^m dx} = 0.$$

(7) et (8) restant vraies quand on y remplace $\alpha(s)$ par $\alpha > 0$ constant quelconque, on arrive facilement à (6) à l'aide de (4) et du lemme I.

Or des égalités (5) et (6) on déduit tout de suite notre théorème. Il subsiste quand p varie en tendant vers une limite différente de 0 ou 1.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les suites de Laplace contenant des congruences de Wilczynski.* Note de M. S. **Finikoff**.

Je conserve les notations de mes Notes antérieures *Sur les congruences de M. Goursat* et *Sur les suites de Laplace périodiques qui contiennent une congruence* W (*Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1367 et 1647); nous considé-

rons maintenant une suite de Laplace périodique, de période 4, contenant des congruences R (Tzitzéica, *Géométrie différentielle projective des réseaux*, Paris, Gauthier-Villars, 1924, p. 267). Il suit de ma dernière Note que toutes les congruences de la suite appartiennent à certains complexes linéaires. La suite contient deux paires de congruences projectives dont l'une est déterminée par les quantités

$$(1)\qquad \begin{cases} \rho=\sigma=Q=Q_1, \quad R=R_1=S=S_1=N=N_1=q=q_1=0, \\ P=-p=\dfrac{\partial \log\rho}{\partial v}, \quad P_1=-p_1=\dfrac{\partial \log\rho}{\partial u}, \end{cases}$$

où ρ est une solution de l'équation

$$(2)\qquad \frac{\partial^2 \log\rho}{\partial u\,\partial v}=\rho^2+\frac{1}{\rho^2}.$$

On obtient l'autre en remplaçant ρ par $\frac{1}{\rho}$. *Toutes les congruences de la suite sont des congruences de Wilczynski.*

La congruence générale de Wilczynski est déterminée par les formules (1), (2), avec des quantités $R=R_1$ constantes mais non nulles. Les réseaux transformés de Laplace du réseau (x) sont successivement

$$z_1=X, \quad z_2=x+\lambda_1\rho Y, \quad z_3=\lambda_1 y+\rho X, \quad \ldots,$$
$$z_{2i}=x+\lambda_i\rho Y, \quad z_{2i+1}=\lambda_i y+\rho X,$$

où les λ_i sont les réduites successives de la fraction continue périodique

$$\cfrac{1}{R+\cfrac{1}{-R+\cfrac{1}{R+\ldots}}}$$

Toutes les congruences de la suite se divisent en deux séries de congruences projectives. Leurs foyers correspondants z_i sont situés sur deux droites (xY), (yX) qui engendrent une même congruence linéaire C, intersection des deux complexes linéaires de la suite. Les points limites $z_{\pm\infty}$ (s'il existent) sont les foyers de la congruence C.

La déformation projective des congruences et de leurs surfaces focales ramène $R=R_1$ à zéro ou à une valeur constante arbitraire. Donc une déformation convenable transforme la suite considérée en une suite périodique, de période paire arbitraire $2n$.

Etant donnée une congruence linéaire arbitraire C qui se corresponde à

elle-même par la loi de stratifiabilité, il existe une infinité de suites en question, périodiques avec une période arbitraire, ou non périodiques, s'appuyant sur les rayons correspondants de la congruence C.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la recherche des nombres caractéristiques et des fonctions fondamentales.* Note [1] de M. **Krawtchouk**, transmise par M. Hadamard.

Nous nous bornerons à une équation différentielle linéaire

$$L[y] = y^{(k)} - \lambda[A_1(x)y^{(k-1)} + \ldots + A_k(x)y] = f(x)$$

avec les conditions frontières

$$\sum_{j=0}^{k-1}[\alpha_i^{(j)}y^{(j)}(0) + \beta_i^{(j)}y^{(j)}(1)] = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, k),$$

mais les résultats de cette Note subsistent pour divers problèmes linéaires à une et à plusieurs dimensions.

Soient λ_i les valeurs caractéristiques du paramètre λ. Prenons un nombre $r > 0$ satisfaisant à la condition

$$2r < |\lambda_i - \lambda_j|$$

et bornons λ par les inégalités suivantes :

$$(1) \qquad |\lambda| \leqq R, \qquad |\lambda - \lambda_i| \geqq r.$$

Alors on peut choisir les fonctions φ_i et Φ de sorte que la somme

$$y_m = a_1\varphi_1 + a_2\varphi_2 + \ldots + a_m\varphi_m,$$

définie par les équations

$$(2) \qquad \int_0^1 \{L[y_m] - f\}\Phi_i dx = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, m),$$

satisfasse à l'inégalité

$$(3) \qquad |y - y_m| < \varepsilon_m \qquad \left(\lim_{m=\infty} \varepsilon_m = 0\right)$$

(voir *Comptes rendus*, 187, p. 411; *Ann. de l'Inst. Pol. de Kiev*, 1928 et 1929,

[1] Séance du 16 septembre 1929.

en ukraïnien). En remplaçant le domaine (1) par

(4) $$|\lambda| \leqq R, \qquad |\lambda - \lambda_i| \geqq h\varepsilon_m,$$

où h est un nombre constant suffisamment grand, on aura encore

(5) $$|y - y_m| < \eta,$$

où η sera encore assez petit.

En calculant y_m à l'aide de (2), on obtiendra

(6) $$y_m = \int_0^1 G_m(x, \xi, \lambda) f(\xi)\, d\xi = \sum_{i=1}^{m} \frac{\psi_i^{(m)}(x)}{\lambda - \lambda_i^{(m)}}.$$

Pour abréger l'écriture, nous nous bornerons au cas où

(7) $$y = \int_0^1 G(x, \xi, \lambda) f(\xi)\, d\xi = \sum_{i=0}^{\infty} \frac{\psi_i(x)}{\lambda - \lambda_i} \qquad (\lambda_i \neq \lambda_j),$$

et où

$$|\lambda_i^{(m)} - \lambda_j^{(m)}| > 2h\varepsilon_m \qquad (i \neq j).$$

La comparaison de (6) et (7) donne, à l'aide de (5), la conclusion suivante : *quel que soit le nombre* $\lambda_i^{(m)}$ *dans le domaine* $|\lambda| \leqq R$, *il existe un indice* j *tel que*

(8) $$|\lambda_j - \lambda_i^{(m)}| < h\varepsilon_m.$$

Cela étant, l'évaluation de l'intégrale

$$\frac{1}{2\pi i} \oint (y - y_m)\, d\lambda \qquad (|\lambda - \lambda_j| = r)$$

donne l'inégalité

(9) $$|\psi_j - \psi_i^{(m)}| < k\varepsilon_m,$$

où k est aussi un nombre constant.

Dans le cas où les fonctions $\dfrac{d^p A_i(x)}{dx^p}$ existent, le produit $m^p \varepsilon_m$ est borné, ce qui donne, d'après (8) et (9), l'ordre des erreurs commises dans les égalités approximatives

$$\lambda_i^{(m)} \doteq \lambda_j, \qquad \psi_i^{(m)} = \psi_j.$$

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur la fonction de croissance attachée à une fonction méromorphe de deux variables, et ses applications aux fonctions méromorphes d'une variable.* Note de M. **Henri Cartan**, présentée par M. Hadamard.

1. La fonction $f(x, y)$ étant supposée méromorphe dans le domaine

$$|x| < R_1, \qquad |y| < R_2,$$

on peut la mettre sous la forme

$$f(x, y) = \frac{g(x, y)}{h(x, y)},$$

g et h étant holomorphes dans ce domaine, et ne s'annulant ensemble qu'en des points isolés. La définition, que j'ai donnée dans une Note précédente ([1]), de la fonction de croissance $T(r_1, r_2; f)$ est équivalente à la définition donnée par M. A. Bloch ([2]) :

$$T(r_1, r_2; f) = m(r_1, r_2; f) + N(r_1, r_2; f),$$

en posant

$$m(r_1, r_2; f) = \frac{1}{4\pi^2}\int_0^{2\pi}\int_0^{2\pi} \overset{+}{\log}\, |f(r_1 e^{i\theta_1}, r_2 e^{i\theta_2})|\, d\theta_1\, d\theta_2,$$

$$(1) \qquad N(r_1, r_2; f) = \frac{1}{4\pi^2}\int_0^{2\pi}\int_0^{2\pi} \log|h(r_1 e^{i\theta_1}, r_2 e^{i\theta_2})|\, d\theta_1\, d\theta_2 - \log|h(0, 0)|.$$

On a supposé

$$r_1 < R_1, \qquad r_2 < R_2, \qquad h(0, 0) \neq 0.$$

2. $N(r_1, r_2; f)$ est une quantité attachée aux infinis de f, ou encore aux zéros de h, situés dans le domaine $D(r_1, r_2)$,

$$|x| \leq r_1, \qquad |y| \leq r_2.$$

En effet, cette quantité ne change pas si l'on multiplie $h(x, y)$ par une fonction holomorphe qui ne s'annule pas dans $D(r_1, r_2)$. On peut montrer que $N(r_1, r_2; f)$ est une quantité *essentiellement positive ou nulle, nulle dans le cas où $h(x, y)$ ne s'annule pas dans $D(r_1, r_2)$, et dans ce cas seulement.* Enfin,

---

([1]) *Comptes rendus*, **188**, 1929, p. 1374.
([2]) *Comptes rendus*, **181**, 1925, p. 276.

le point de l'espace de coordonnées

$$\xi = \log r_1, \quad \eta = \log r_2, \quad \zeta = \mathrm{N}(r_1, r_2; f)$$

décrit une surface convexe.

3. On peut, dans la formule (1), effectuer successivement les intégrations par rapport à θ_1 et θ_2. On trouve ainsi

$$(2) \qquad \mathrm{N}(r_1, r_2; f) = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \sum \overset{+}{\log} \frac{r_2}{|y(r_1 e^{i\theta_1})|}\, d\theta_1 + \sum \overset{+}{\log} \frac{r_1}{|x(0)|}$$

et, en permutant l'ordre des intégrations,

$$(3) \qquad \mathrm{N}(r_1, r_2; f) = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \sum \overset{+}{\log} \frac{r_1}{|x(r_2 e^{i\theta_2})|}\, d\theta_2 + \sum \overset{+}{\log} \frac{r_2}{|y(0)|}.$$

Dans ces relations, l'expression

$$\sum \overset{+}{\log} \frac{r_2}{|y(a)|}$$

désigne la somme

$$\sum_i \overset{+}{\log} \frac{r_2}{|\eta_i|},$$

étendue à toutes les racines $y = \eta_i$, de modules inférieurs à r_2, de l'équation

$$h(0, y) = 0,$$

chacune d'elles étant comptée autant de fois que l'exige son ordre de multiplicité.

L'expression (2) *ne fait intervenir que les zéros de $h(x, y)$ appartenant à l'une ou l'autre des deux variétés*

$$y = 0, \quad |x| \leqq r_1$$

et

$$|y| \leqq r_2, \quad |x| = r_1.$$

En particulier, *si $h(x, y)$ ne s'annule sur aucune de ces deux variétés*, alors $\mathrm{N}(r_1, r_2; f)$ est nul, et par suite $h(x,y)$ *ne s'annule pas* [1] *dans* $\mathrm{D}(r_1, r_2)$.

4. Soient maintenant $f(x)$ une fonction d'une variable, méromorphe

[1] Cette propriété résulte d'ailleurs d'un théorème de M. Hartogs, *Einige Folgerungen aus der Cauchy'schen Integralformel* (*Münch. Sitzgsb.*, 36, 1906, p. 223).

pour $|x| < R$, r un nombre positif inférieur à R, ρ un nombre positif. On peut appliquer les formules (2) et (3) au calcul de $N\left[r, \rho; \frac{1}{y-f(x)}\right]$, puis égaler les deux expressions trouvées. On obtient la *relation fondamentale*

$$(4)\qquad \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} N(r; \rho e^{i\theta})\, d\theta = T\left(r; \frac{f}{\rho}\right) - \overset{+}{\log}\frac{|f(0)|}{\rho}.$$

Dans ces formules, $N(r; a)$ désigne, suivant l'usage, la somme

$$\sum_i \overset{+}{\log}\frac{r}{|\alpha_i|}$$

étendue aux zéros (¹) de $f(x) - a$, de modules inférieurs à r, et l'on a posé

$$T\left(r; \frac{f}{\rho}\right) = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \overset{+}{\log}\frac{|f(re^{i\theta})|}{\rho}\, d\theta + N(r; \infty).$$

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Résolution générale des équations algébriques.* Note de M. **Alex Froda**, transmise par M. Émile Borel.

La résolution générale de l'équation algébrique de degré n, à coefficients complexes, quelconques

$$(1)\qquad f(z) = z^n - a_1 z^{n-1} - \ldots - a_{n-1} z - a_n = 0,$$

consiste, par définition, à donner pour les n racines, simples ou multiples z_1, z_2, ..., z_n, n fonctions (²) explicites des coefficients, satisfaisant à l'équation donnée.

Nous allons présenter, dans ce qui suit, la solution schématique de ce problème. On en obtient, sans difficulté, les expressions détaillées des racines en fonction des coefficients (³), en appliquant simplement les résultats classiques de la théorie de l'élimination algébrique.

Soit h un paramètre donné. Posons $\zeta = z + h$ et $\zeta_r = z_r + h$, pour $r = 1$,

---

(¹) Chaque zéro est compté avec son ordre de multiplicité. $N(r; \infty)$ désigne la quantité analogue à $N(r; a)$, attachée aux pôles de $f(x)$.

(²) La résolution *algébrique*, envisagée par Abel, exige en particulier que ces fonctions soient des expressions algébriques des coefficients.

(³) Ces expressions, formellement compliquées, seront données dans un prochain Mémoire.

2, ..., n. Alors

$$f(z) = \varphi(\zeta) = \zeta^n - A_1\zeta^{n-1} - \ldots - A_{n-1}\zeta - A_n = 0.$$

Désignons par $S_p(\varphi, \zeta)$ la fonction symétrique $(\zeta_1^p + \zeta_2^p + \ldots + \zeta_n^p)$. Ce sera un polynome en h, a_1, a_2, ..., a_n. L'expression, connue avec $f(z)$, de

$$R(f, h) = -h + \lim_{p=\infty} \frac{S_{p+1}(\varphi, \zeta)}{S_p(\varphi, \zeta)},$$

définit une opération (R). Elle a un sens et donne, pour tout h, sauf pour les valeurs exceptionnelles d'un certain ensemble E, l'une quelconque des racines z_r, en fonction des coefficients de $f(z)$. On les obtient toutes, lorsque h prend toutes les valeurs du complémentaire de E [1].

Adoptons la notation générale $\bar{a}$ pour désigner la quantité conjuguée d'une quantité complexe quelconque a et figurons, comme d'habitude, les affixes z, z_r et $-h$ sur un plan.

L'ensemble de points E est situé sur le faisceau des $\frac{n(n-1)}{2}$ droites indéfinies, dont l'équation $N(f, h) = 0$ est obtenue en éliminant z_r et z_s entre les cinq relations

$$(z_r + h)(\bar{z}_r + \bar{h}) = (z_s + h)(\bar{z}_s + \bar{h}),$$
$$f(z_r) = 0, \quad f(z_s) = 0, \quad \bar{f}(\bar{z}_r) = 0, \quad \bar{f}(\bar{z}_s) = 0.$$

La fonction $N(f, h)$, connue avec $f(z)$, est un polynome en h, $\bar{h}$; a_1, a_2, ..., a_n; $\bar{a}_1$, $\bar{a}_2$, ..., $\bar{a}_n$.

Désignons par $f_r(z)$ le polynome obtenu en divisant algébriquement $f(z)$ par le produit $(z - z_1)(z - z_2)\ldots(z - z_r)$ et en négligeant le reste, qui est nul. Les coefficients de $f_r(z)$ obtenus sont des polynomes en a_1, a_2, ..., a_n; z_1, z_2, ..., z_r.

Si les h_r sont des valeurs quelconques satisfaisant aux inégalités $N(h_r) \neq 0$, on a les formules générales de résolution des équations algébriques, en posant successivement (avec la notation $f_0 \equiv f$),

$$(3) \qquad z_1 = R(f_0, h_1), \quad z_2 = R(f_1, h_2), \quad \ldots, \quad z_n = R(f_{n-1}, h_n).$$

Il est entendu que, dans l'expression (3) de z_r, les coefficients de f_{r-1} contiennent explicitement les expressions algébriques, trouvées antérieurement [à l'aide même des formules (3) précédentes] pour z_1, z_2, ..., z_{r-1}.

---

[1] Cf. *Comptes rendus*, **187**, 1928, p. 883.

Le changement de valeur de certains des paramètres h_r avec la condition $N \neq 0$ ne peut produire qu'une permutation des racines données par les formules (3).

L'opération R peut être remplacée, dans ce qui précède, par l'opération employée dans la Note précitée à la recherche des zéros d'une fonction entière (rationnelle ou transcendante).

MÉCANIQUE. — *Les bases théoriques de la loi de gravitation.* Note de M. **J. Le Roux**, présentée par M. G. Kœnigs.

Je considère un ensemble de n points matériels libres rapportés à des axes rectangulaires.

La position de l'ensemble dépend des $3n$ coordonnées x_i, y_i, z_i des n points. A ces variables nous attachons la conception d'un espace à $3n$ dimensions et nous prenons comme élément d'espace le produit des volumes élémentaires relatifs aux trois coordonnées de chaque point. Nous posons

$$d\tau = \prod dx_i dy_i dz_i.$$

Supposons maintenant que l'accélération de chaque point soit une fonction des coordonnées de l'ensemble et qu'il existe une fonction des forces U.

L'énergie d'accélération correspondant à une position donnée de l'ensemble sera

$$(1) \qquad S = \frac{1}{2} \sum \frac{1}{m_i} \left[\left(\frac{\partial U}{\partial x_i} \right)^2 + \left(\frac{\partial U}{\partial y_i} \right)^2 + \left(\frac{\partial U}{\partial z_i} \right)^2 \right].$$

Nous cherchons à déterminer U de manière à rendre minima l'intégrale de l'énergie d'accélération

$$\int S \, d\tau$$

étendue à un domaine fini de l'espace à $3n$ dimensions, les valeurs de U étant supposées données sur la frontière du domaine.

Un calcul classique donne la condition

$$(2) \qquad \Theta(U) = \sum \frac{1}{m_i} \left(\frac{\partial^2 U}{\partial x_i^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y_i^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial z_i^2} \right) = 0.$$

Or il est possible de déterminer U de manière à satisfaire aux conditions de minimum de l'intégrale de l'énergie d'accélération, non seulement pour

l'ensemble total, muis aussi pour tout ensemble partiel qu'on en déduit en prenant seulement une fraction de l'ensemble. Il faut pour cela qu'on ait, quel que soit l'indice i,

$$\Delta_i(U) = \frac{\partial^2 U}{\partial x_i^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y_i^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial z_i^2} = 0. \tag{3}$$

A ces conditions nous ajoutons encore les suivantes :

1° *Continuité.* — A l'exception des positions singulières correspondant au cas où le point M_i vient en contact avec l'un des autres éléments mobiles, les composantes de l'accélération de ce point M_i sont des fonctions continues et bien déterminées des $3n$ coordonnées, même à l'infini. Elles s'annulent si la distance du point M_i à tous les autres points croît indéfiniment.

2° *Minimum de l'énergie cinétique.* — L'énergie cinétique du mouvement considéré est moindre que celle du mouvement relatif du même ensemble par rapport à tout autre système de référence.

3° *Champ d'accélération.* — Quand la distance de deux points de l'ensemble tend vers zéro, les accélérations qui leur sont imprimées par l'action réelle ou apparente des autres points tendent vers la même limite.

La seule fonction U satisfaisant à toutes ces conditions est de la forme

$$U = \sum \frac{f m_i m_k}{r_{ik}} + h, \tag{4}$$

r_{ik} désignant la distance $\overline{M_i M_k}$, f et h étant des constantes d'intégration.

Au point de vue analytique on pourrait admettre pour f une valeur positive, négative ou nulle, correspondant respectivement à une attraction, une répulsion ou une action nulle.

Au point de vue mécanique l'attraction seule est compatible avec la stabilité de l'ensemble, en ce sens que les distances peuvent varier sans devenir infinies.

Dans le cas même de l'accélération nulle, les divers éléments ayant chacun une vitesse constante en grandeur et en direction finiraient toujours par s'écarter indéfiniment les uns des autres, à moins que leurs vitesses n fussent toutes égales et de même sens.

Mais si cette dernière condition était réalisée, les distances mutuelles seraient invariables et l'énergie cinétique minima serait nulle.

En résumé la loi de Newton est la seule qui soit compatible avec la stabilité de l'ensemble et qui jouisse en même temps des propriétés générales que nous avons énoncées, savoir : *Existence de l'intégrale des forces vives ou principe de la moindre action, minimum de l'intégrale de l'énergie d'accélération, minimum de l'énergie cinétique, continuité, champ d'accélération.*

ÉLECTRICITÉ. — *Résistance métallique de 10^{10} à 10^{11} ohms. Nouvelle mise au point de la méthode de Bronson.* Note de M. **Eligio Perucca**, présentée par M. A. Cotton.

Dans la méthode de Bronson (¹) servant à la mesure d'un courant électrique i très faible on fait passer le courant i dans une résistance très forte R et l'on mesure (ou l'on compense) à l'électromètre la différence de potentiel V qui se produit aux bornes de R. On a $i = \frac{V}{R}$. Il faut donc disposer d'une résistance connue et constante de 10^{10} à 10^{11} ohms, et d'un électromètre sensible.

1. *Résistance.* — La réalisation d'une résistance constante de 10^{10} à 10^{11} ohms présente des difficultés vraiment remarquables. Aucune des résistances jusqu'à présent proposées ne réunit les qualités nécessaires (constance, f. e. m. de polarisation nulle, petit coefficient de température), c'est pourquoi Gunther et Tegetmeyer ont abandonné la construction de ces résistances à haute valeur. J'ai cherché à en obtenir avec des films métalliques obtenus par projection cathodique.

Parmi les nombreux auteurs qui ont étudié la conductibilité de ces films, c'est M. Féry (²) qui a réalisé les couches les plus résistantes (8.10^6 ohms); il a montré que ces couches gardaient des propriétés constantes pourvu qu'elles soient conservées dans un vide bien sec. Mais il fallait aller 10^4 fois plus loin et obtenir une résistance spécifique des couches extra-minces ayant 10^6 fois la valeur normale.

Or j'ai produit des films de platine et d'or par projection cathodique sur des fils de verre et de quartz; de ces films extra-minces (épaisseur présumée 5 à $10^{m\mu}$) j'ai étudié la résistance électrique et voici les conclusions :

1° A mesure que le dépôt se fait, une fois l'épaisseur critique dépassée, la résistance décroît régulièrement; on peut alors aisément arrêter la projection cathodique lorsque la résistance a atteint une valeur déterminée, qui peut bien être comprise entre 10^{10} et 10^{12} ohms.

2° Cette résistance varie avec le temps, la variation pouvant atteindre 100 ou 200 pour 100, soit dans le vide où la décharge a été effectuée, soit

(¹) *Phil. Mag.*, 11, 1906, p. 143.
(²) *Journ. de Phys.*, 9, 1928, p. 38.

dans l'air. Mais, même dans l'air, elle atteint une valeur définitive et constante ($\pm$ 0,5 pour 100) après quelques jours de vieillissement (¹).

3° La conduction obéit parfaitement à la loi d'Ohm.

4° Il n'y a pas de trace de f. é. m. de polarisation.

5° Les films en question sont destinés à supporter une tension de l'ordre de 1 volt; cependant une tension atteignant 72 volts n'a donné lieu à aucun dommage.

6° Le coefficient de température des films en platine a été trouvé négatif et tout à fait énorme (un peu plus que 0,01) aussi bien pour les couches plus minces ($R = 5.10^{11}$ ohms) que pour les couches plus épaisses ($R = 10^{10}$ ohms), et que le support soit en verre ou en quartz. Au contraire le coefficient de température des films en or sur quartz a été trouvé sensiblement nul ($< 0,0005$) pour les couches minces ($R = 3.10^{11}$ ohms) comme pour les couches plus épaisses ($R = 10^{10}$ ohms).

La petitesse de ce coefficient de température fait qu'on doit préférer ces films en or sur quartz : il faut noter cependant qu'une propreté bien plus grande est nécessaire, avec ce métal, pour obtenir un dépôt régulier ayant la couleur verte par transparence.

Je conclus donc que la réalisation de résistances métalliques constantes de 10^{10} à 10^{11} ohms, avec coefficients de température presque nul, est une chose faite.

2° *Électromètre*. — On a beaucoup employé l'électromètre à quadrants; aussi bien des avantages de la méthode de Bronson ont été cachés par les difficultés d'emploi de cet électromètre.

Des dispositifs à lampes thermo-ioniques, remplaçant l'électromètre, ont été proposés par plusieurs physiciens, mais il est fort douteux que l'on ait obtenu par là des avantages. [Voir les conclusions de R. Jäger et A. Kussmann (²) et, tout récemment, de E. Rasmussen (³)]. Au contraire un perfectionnement important de la méthode est obtenu par l'emploi des nouveaux électromètres à fil. L'électromètre de Lindeman et mieux encore l'électromètre Perucca (dont la sensibilité est plus grande et peut être réglée plus commodément) ne présentent plus les difficultés d'emploi de l'électromètre à quadrants. L'électromètre Perucca peut donner 0,001 volt en

(¹) Les films ont donné lieu, quelquefois, à une brusque interruption de la conductibilité, peut-être par suite de production de craquelures dans le dépôt métallique. Mais cet accident peut être éliminé presque à coup sûr par une technique convenable.

(²) *Phys. Zeits.*, 28, 1927, p. 645.

(³) *An. der Phys.*, 2, 1929, p. 357.

un temps de l'ordre de la seconde, lorsque le microscope a le grossissement 500.

Il ne convient pas de dépasser la valeur 10^{11} ohms de la résistance; avec cette valeur on réalise un dispositif permettant de mesurer jusqu'à 10^{-14} ampère, tout en présentant les qualités d'un appareil à index à lecture directe, apériodique, et procurant une rapidité de lecture tout à fait remarquable.

Avec l'électromètre réglé sur la sensibilité de 0,01 volt et $R = 5.10^{10}$ ohms, on peut suivre parfaitement les fluctuations de Schweidler dans le courant d'ionisation d'une chambre à ionisation à oxyde d'urane (surface active de 8^{cm^2}). Ces fluctuations intéressent jusqu'à 4 divisions de l'échelle de l'électromètre.

Un dispositif si prompt et sensible donne des possibilités nouvelles; en particulier je l'ai réalisé pour pouvoir établir les changements rapides des propriétés photo-électriques des surfaces fraîches des métaux, en particulier du mercure.

ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE. — *Formules simples permettant, dans tous les cas, le calcul rapide des résistances ohmiques en courant alternatif.* Note de M. **Albert Levasseur**, présentée par M. Paul Janet.

Des considérations purement géométriques, appliquées aux résultats donnés par lord Kelvin, et des vérifications numériques nous ont permis d'établir que le rapport de la résistance d'un conducteur cylindrique, en courant alternatif, à sa résistance en courant continu, peut être représenté avec une excellente approximation, quels que soient le diamètre, la substance et la fréquence, par la formule simple

$$K = \sqrt[6]{\left(\frac{3}{4}\right)^6 + \varphi^6} + \frac{1}{4}, \tag{1}$$

dans laquelle $\varphi = \pi a \sqrt{\mu c f}$ (a étant le rayon de la section).

La comparaison des valeurs exactes de K contenues dans la table de lord Kelvin avec les valeurs calculées par la formule (1) montre que l'erreur relative n'atteint, dans les circonstances les plus défavorables, que 1,15 pour 100, et qu'elle reste, le plus souvent, bien inférieure à ce nombre.

Il deviendra donc inutile, dans des cas plus nombreux que jusqu'à maintenant, d'entreprendre le calcul complet de l'effet Kelvin au moyen des

fonctions de Bessel. D'autre part les formules approchées déjà connues, telles que celles qui dérivent de la notion de « coque fictive », n'avaient qu'un champ de validité limité et, pour cette raison, il était impossible de les introduire dans les calculs dont on voulait tirer des conclusions générales. Cet inconvénient disparaît avec la formule présentée. Ainsi elle permet de résoudre facilement les problèmes qui ont pour objet l'étude de la variation d'une grandeur en fonction de la fréquence d'un courant. De tels problèmes se posent, par exemple, dans la question du four à induction sans fer.

Pour les conducteurs dont la section a une forme quelconque, notre formule devient :

$$K=\sqrt[6]{\left(\frac{3}{4}\right)^6+\left(\frac{S}{p\varepsilon}\right)^6}+\frac{1}{4}, \tag{2}$$

S étant l'aire de la section, p son périmètre et ε l'épaisseur de la coque fictive, calculée par la relation classique. Il est essentiel de remarquer que, bien que ε figure dans la formule (2), celle-ci reste pleinement valable même lorsque l'approximation de la coque fictive ne l'est plus, aux basses fréquences par exemple.

Les relations (1) et (2) étant de la forme

$$K=\sqrt[n]{\left(\frac{3}{4}\right)^n+\alpha^n}+\frac{1}{4}, \tag{3}$$

il n'est pas sans intérêt d'observer que l'approximation obtenue pour K ne varie que lentement en fonction de n lorsqu'on modifie ce paramètre sans trop l'éloigner de la valeur 6. Même avec $n = 10$, l'approximation resterait, à la rigueur, admissible dans certains cas.

THERMOCHIMIE. — *Chaleurs d'hydrolyse des amides : Acétamide.* Note [1] de M. E. **Calvet**, présentée par M. Perrin.

J'ai commencé une série de recherches sur les chaleurs d'hydrolyse des amides et des nitriles, chaleurs mal connues actuellement. Avec ces données il sera particulièrement intéressant de comparer les effets thermiques et les vitesses d'hydrolyse.

J'ai utilisé le calorimètre à compensation à l'aide des effets Peltier et

(1) Séance du 17 juillet 1929.

Joule de M. A. Tian (¹) et une méthode analogue à celle employée par Mme Bérenger-Calvet pour la mesure directe de la chaleur d'hydrolyse de l'acétate d'éthyle (²).

Voici le résultat de mes recherches relatives à l'acétamide.

L'hydrolyse de ce corps

(1) $$CH^3CONH^2 + H^2O = CH^3COONH^4 + X_1 \text{cal.}$$

peut être considérée comme résultant des deux réactions

(2) $$CH^3CONH^2 + NaOH = CH^3COONa + NH^3 + X_2 \text{cal.}$$

(3) $$CH^3COONa + NH^3 + H^2O = CH^3COONH^4 + NaOH + X_3 \text{cal.}$$

La réaction (2) qui a été réalisée expérimentalement m'a servi de base pour calculer l'effet thermique de la réaction (1)

$$X_1 = X_2 + X_3.$$

J'ai utilisé des quantités équimoléculaires d'acétamide et de soude à la température de 17°,0. La chaleur dégagée a été évaluée entre deux instants t_1 et t_2 tels que la chaleur de réaction rapportée à la molécule-gramme soit évaluée avec la plus grande précision possible. Les débits de chaleur ont été enregistrés pendant 6 heures, ce qui correspondait à l'hydrolyse du quart de la quantité initiale d'acétamide, laquelle était de $\frac{1}{200}$ de molécule-gramme, soit 0g,0737.

Le phénomène étant exothermique, j'ai compensé par effet Peltier. La quantité de chaleur non compensée n'atteignant pas 5 pour 100, et ce terme étant évalué avec une précision d'au moins 5 pour 100, l'erreur qui affecte le résultat final était de $\frac{2,5}{1000}$, au plus.

Il est nécessaire de connaître d'une façon précise les taux d'hydrolyse aux instants t_1 et t_2. J'ai été conduit à étudier la réaction (2) au point de vue cinétique et j'ai pu vérifier qu'elle est bien bimoléculaire, tout au moins pour des taux d'hydrolyse compris entre 5 et 40 pour 100. La constante de vitesse à 17°,0 est de $K = 0,0692$ (les concentrations étant exprimées en normalité, les temps en heures). Les dosages d'ammoniaque ont été effectués par la méthode de Ronchèse (méthode au formol) convenablement adaptée.

Afin d'obtenir un phénomène thermique aisément mesurable, j'ai dû partir de solutions d'acétamide et de soude assez concentrées. L'emploi de ces solutions a nécessité des corrections relatives aux chaleurs de dilution (³). Dans certaines expériences de dilution, les effets thermiques très petits et de courte durée n'ont pu donner lieu à une compensation par effet Peltier et Joule. Il suffisait alors d'utiliser le microcalorimètre

---

(¹) M. A. Tian, *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 705.

(²) *J. Chim. Phys.*, 24, 1927, p. 325.

(³) Mlle Bérenger et M. A. Tian, *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1907, et Mme Bérenger-Calvet, *J. Chim. Phys.*, 24, 1927, p. 341.

en « balistique » en mesurant l'élongation maximum du spot donné par le miroir du galvanomètre. Un étalonnage préalable, en produisant par effet Joule un dégagement de chaleur très court, permettait d'évaluer les élongations en millicalories-grammes.

La chaleur X_3, mise en jeu dans la réaction (3), représente la différence des chaleurs de saturation de l'acide acétique par l'ammoniaque et la soude. Soit Q la chaleur de dissolution simultanée dans l'eau à molécules égales de l'acétate de sodium et de l'ammoniac. Cette même solution peut être obtenue en dissolvant dans de l'eau de l'acétate d'ammonium et de la soude; soit Q' cette chaleur de dissolution. J'ai mesuré Q et Q'; on en déduit :

$$X_3 = Q - Q'.$$

Le tableau ci-dessous donne les principaux résultats que j'ai trouvés à 17°,0. La première colonne donne les quantités de chaleur en grandes calories, la seconde les limites des erreurs en pour 100.

Nature du phénomène thermique.	1.	2.
1. Chaleur de dissolution d'une molécule-gramme d'acétamide dans 200 H^2O	+ 2,05	1
2. Chaleur de dissolution de $CH^3COONa, 3H^2O$ dans 197 H^2O......	− 4,72	1
3. Chaleur dégagée par la réaction : CH^3CONH^2 (Solution trinormale.) + NaOH (Solution normale.) + $3H^2O$ (Liquide.) = $CH^3CONa, 3H^2O$ (Cristallisé.) + NH^3 (En solution 0,804 norm.) ...	+11,2	1
4. Chaleur dégagée par la réaction : CH^3CONH^2 (Dissous dans 200 H^2O.) + NaOH (Dissous dans 200 H^2O.) = CH^3COONa (Dissous dans 200 H^2O.) + NH^3 (Dissous dans 200 H^2O.)	+ 6,55	1
5. Chaleur dégagée par la réaction : CH^3COONH^4 (Dissous dans 199 H^2O.) + NaOH (Dissous dans 200 H^2O.) = CH^3COONa (Dissous dans 200 H^2O.) + NH^3 (Dissous dans 200 H^2O.)	+ 1,23	2
6. Chaleur dégagée par la réaction : CH^3CONH^2 (Dissous dans 200 H^2O.) + H^2O (Liquide.) = CH^3COONH^4 (Dissous dans 199 H^2O.)......................	+ 5,3	3,5

La méthode habituelle d'évaluation des thermicités en chimie organique est une méthode indirecte basée sur les chaleurs de combustion. Elle fournit des résultats très différents pour l'hydrolyse de l'acétamide suivant qu'on prend pour chaleur de combustion de ce corps la valeur indiquée par Berthelot et Fogh (*Bull. Soc. Chim.*, 3e série, 4, 1890, p. 229) soit

$288^{cal},0$, ou celle proposée par Stohman (*J. f. prakt. Chem.*, 52, 1895, p. 60) qui n'est que $282^{cal},7$. L'écart entre ces deux nombres est de l'ordre de la quantité à mesurer. On voit donc quel est l'intérêt des évaluations directes dans ce genre de mesures.

CHIMIE PHYSIQUE. — *L'oxydabilité du silicium en fonction de son état de division.* Note (¹) de M. **A. Sanfourche**, présentée par M. H. Le Chatelier.

M. Bedel (²) signale qu'il a vainement tenté de reproduire nos expériences au sujet de l'influence de l'état de division du silicium sur son oxydabilité par l'air (³). Cela nous oblige à revenir sur ces essais, qui ont été depuis lors complétés par d'autres.

La pulvérisation mécanique du silicium cristallisé, que M. Bedel a trouvée insuffisante pour permettre une oxydation marquée, est avantageusement remplacée par la division physique réalisée dans *l'alpax*, alliage Al-Si où le silicium eutectique est réparti en éléments bien plus fins que ceux que peut donner la porphyrisation. On sait que cet alliage doit ses remarquables propriétés justement à cet état de division, obtenu par un affinage spécial sur lequel nous ne pouvons nous étendre ici (⁴). Le silicium qu'on en isole est presque aussi soluble dans l'acide fluorhydrique que celui extrait de l'argent.

Le diagramme ci-après résume nos observations; il indique la diminution relative de poids provoquée par l'acide fluorhydrique en fonction du nombre de traitements; les conditions expérimentales sont celles indiquées dans notre Note précitée. Les diverses courbes se rapportent aux échantillons suivants :

1. Silicium cristallisé dans l'aluminium, lamelles de 1^{mm} environ.
2. Le même porphyrisé jusqu'à une dimension de l'ordre de $0^{mm},01$.
3. Silicium extrait de l'alpax par l'acide chlorhydrique froid à 10 pour 100. Dimension $= 0^{mm},002$. Pureté $= 97,4$ pour 100.

(¹) Séance du 30 septembre 1929.
(²) Ch. Bedel, *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 180.
(³) A. Sanfourche, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1672.
(⁴) Un exposé en a été fait par M. L. Guillet, *Rev. Métall.*, 19, 1922, p. 303 des *Mémoires*.

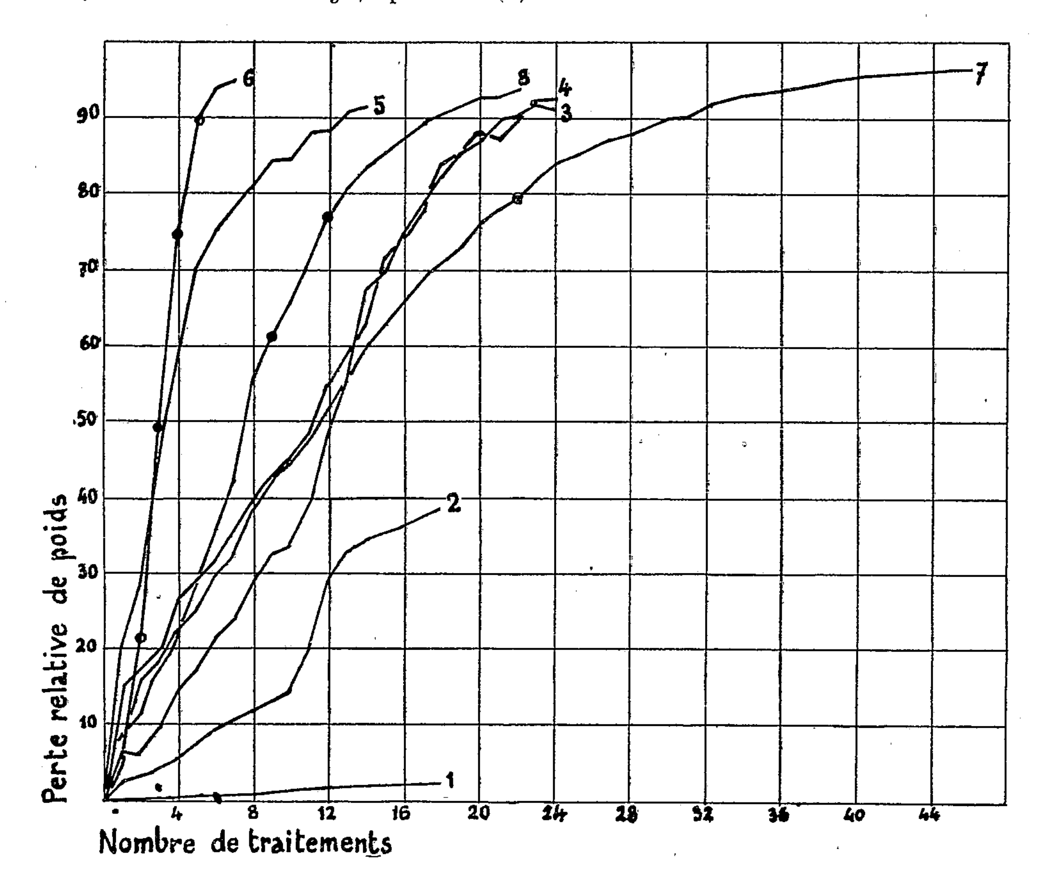
4. Silicium extrait de l'alpax par l'eau régale à chaud. Pureté = 97,2 pour 100.

5. Silicium extrait de l'alpax par l'acide sulfurique de D = 1,53 à l'ébullition (environ 150°). Pureté = 98,2 pour 100.

6. Silicium cristallisé dans l'argent. Pureté = 95,5 pour 100.

7. Silicium au magnésium. Pureté = 98,4 pour 100.

8. Silicium à l'aluminium, de finesse telle qu'il reste en suspension dans l'eau plus de 45 minutes. Pureté = 96,5 pour 100 [1].



Les points indiqués sur les courbes par un cercle signalent les cas où l'oxydation avec incandescence a pu être observée à la fin de l'évaporation de l'acide. On remarque que parfois la diminution de poids est nulle, ou fait même place à une augmentation : cela survient lorsque, à dessein ou fortuitement, un chauffage plus prolongé ou plus intense suit la fin de l'éva-

---

[1] Les échantillons 1, 2, 6, 7 sont ceux qui ont été mentionnés dans notre Note précitée.

poration; il en résulte une oxydation plus avancée, pouvant compenser et même dépasser la diminution de poids que l'acide venait de provoquer.

L'influence de l'état de division sur l'oxydabilité ressort sans conteste de ces courbes; elle n'est d'ailleurs niée par aucun expérimentateur, ni par Manchot et ses collaborateurs, qui ont vu s'oxyder à l'air avec incandescence le silicium venant de subir l'action de l'acide fluorhydrique, ni par Moissan et Smiles (1), qui ont noté que le silicium extrêmement ténu, provenant de la décomposition du siliciure d'hydrogène liquide, réduit même à froid une solution de permanganate. Il est très probable que la cristallisation dans certains métaux, amenant le silicium à l'état eutectique, réalise par là cet état de division favorable à l'oxydation; il pourrait même arriver qu'il entrât en solution solide, ce qui lui conférerait une ténuité encore plus grande.

D'un autre côté, les impuretés qu'il retient ne sont certainement pas sans exercer une influence sur ses propriétés, et ici nous nous accordons avec M. Bedel; même le réactif ayant servi à l'isoler peut avoir son importance, comme on le constate en comparant les courbes 3 et 5. Il n'en reste pas moins que le facteur essentiel de l'oxydabilité du silicium est son état de division.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Action des oxalates alcalins sur les sels halogènes de plomb en solution aqueuse.* Note de Mme **N. Demassieux**, présentée par M. G. Urbain.

Dans des Notes précédentes (2) nous avons examiné l'action des carbonates alcalins et de l'acide oxalique sur les sels halogénés de plomb. En étendant les investigations aux oxalates alcalins, nous avons retrouvé des phénomènes analogues à ceux qui se produisent dans les cas précédents. La méthode des conductibilités nous a révélé la formation d'un chloro et d'un bromo-oxalate de plomb. La courbe représentative est obtenue en portant en ordonnées $y=\frac{100-a}{a}$, où $(100-a)$ et a sont les longueurs variables lues sur la règle du pont, et en abscisses les quantités, en centimètres cubes, d'oxalate alcalin versé dans la solution des sels de plomb.

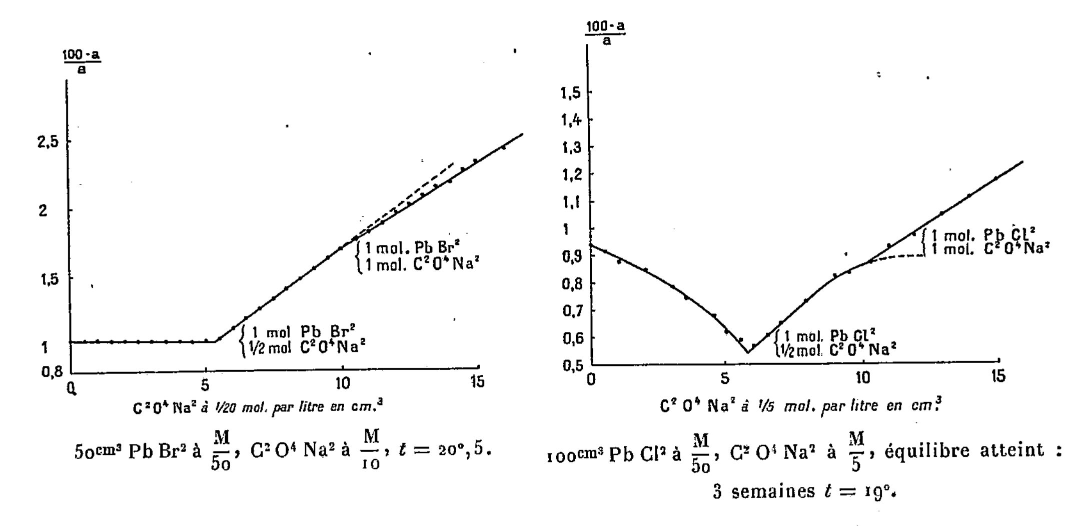
La première branche de courbe correspond, dans les deux cas, à la for-

(1) Moissan et Smiles, *Comptes rendus*, 134, 1902, p. 1552.

(2) Mme N. Demassieux, *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 460; 189, 1929, p. 333 et 428.

mation d'un sel halogéno-oxalique; la deuxième branche, à la transformation du sel précédent en oxalate de plomb. La réaction est terminée lorsqu'apparaît la troisième.

Les résultats obtenus montrent que les sels halogénés de plomb forment tout d'abord un sel mixte halogéné, qu'un excès de réactif transforme en



50cm³ $PbBr^2$ à $\frac{M}{50}$, $C^2O^4Na^2$ à $\frac{M}{10}$, $t = 20°,5$.

100cm³ $PbCl^2$ à $\frac{M}{50}$, $C^2O^4Na^2$ à $\frac{M}{5}$, équilibre atteint : 3 semaines $t = 19°$.

sel simple de plomb. Ces réactions sont quantitatives et ont été contrôlées par l'analyse chimique. Tout se passe comme s'il existait un radical (PbX) monovalent entrant tout d'abord en réaction. L'addition ultérieure du réactif agit sur ce sel pour former une deuxième réaction donnant naissance, soit à l'oxalate, soit au carbonate de plomb.

Cette interprétation des phénomènes paraît bien être confirmée par les digrammes — X de poudres que M. Mathieu (voir la Note ci-dessous) a réalisés sur les divers sels obtenus au cours de ce travail.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Étude aux rayons X de quelques halogéno-sels préparés par Mme Demassieux.* Note (1) de M. **Mathieu**, présentée par M. G. Urbain.

Un diagramme a été fait par la méthode des poudres avec les différentes phases solides obtenues par Mme Demassieux dans ses recherches sur les halogéno-sels de plomb (2).

(1) Séance du 30 septembre 1929.

(2) Mme Demassieux, *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 333 et 428.

Dans les sels simples $PbCl^2$ et $PbBr^2$, la différence dans les dimensions de la maille est notable par le fait de la substitution du chlore au brome. Par contre dans les sels : $(PbCl)^2CO^3$; $(PbBr)^2CO^3$, d'une part, et $(PbCl)^2(COO)^2$; $(PbBr)^2(COO)^2$, d'autre part, la différence provenant du changement d'halogène est très petite.

Ce fait est à rapprocher de ceux déjà connus relativement aux volumes atomiques, lesquels sont variables suivant le mode liaison des éléments.

Par exemple : de ClNa à BrNa, la différence de volume de la maille contenant 4 atomes d'halogène est 32,3 $U\mathring{A}^3$; alors que de ClO^3Na à BrO^3Na, cette même différence n'est que 20 $U\mathring{A}^3$. La différence de volume atomique, rapportée à 4 atomes d'halogène est de 33 $U\mathring{A}$, quand on passe de $PtCl^6K^2$ à $PtBr^6K^2$. Pour les sels de nickel, $Ni(NH^3)^6Cl^2$ et $Ni(NH^3)^6Br^2$ isotectoniques des chloro- et bromo- platinates, la différence de volume s'élève à 62 $U\mathring{A}^3$.

On peut généraliser cette remarque et affirmer que les relations d'isomorphisme sont plus étroites entre les sels dans lesquels l'élément substitué entre dans un groupe complexe, qu'entre les composés dans lesquels l'élément substitué joue le rôle d'ion.

D'où l'on peut affirmer que les halogéno-sels de plomb obtenus par Mme Demassieux (voir la Note ci-dessus) renferment les ions (PbCl) ou (PbBr).

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude des cobalti-pentammines et recherches sur un nouveau cas d'isomérie.* Note de M. et Mme **Clément Duval**, présentée par M. Georges Urbain.

Les ions d'acido-pentammines de formule générale

$$[Co\,R(NH^3)^5],$$

où R désigne un radical acide, minéral ou organique, monoacide ou polyacide, s'obtiennent par la méthode générale suivante :

Le chlorure de chloro-pentammine $Cl^2[CoCl(NH^3)^5]$ est traité par l'hydroxyde d'argent fraîchement préparé. Il en résulte la production, en solution, de l'hydroxyde d'aquopentammine.

$$Cl^2[Co\,Cl(NH^3)^5] + 3\,HOAg + H^2O \rightarrow 3\,ClAg + (HO)^3\left[Co\,{}^{H^2O}_{(NH^3)^5}\right].$$

Cet hydroxyde, très instable et par suite très actif, réagit pendant un temps plus ou moins long, entre 70° et 100° sur un acide ou son sel alcalin, ce qui donne l'acido-pentammine cherchée.

Nous avons pu de la sorte, préparer la série suivante où tous les corps sont nouveaux :

$Cl^2[Co\,BO^2(NH^3)^5]$ (Chlorure de cobalti-borato-pentammine).
$Cl\,[Co\,Cr^2O^7(NH^3)^5]$ (Chlorure de bichromato-pentammine).
$[Co\,PO^4(NH^3)^5]$ (Cobalti-phosphato-pentammine).
$[Co\,P^2O^7(NH^3)^5]Na$ (Cobalti-pentammonio-pyrophosphate de sodium).
$[Co\,C^6H(CO^2)^5(NH^3)^5]Na^2$ (Cobalti-pentammonio-benzène-penta-carbonate de sodium).
$[Co\,C^6(CO^2)^6(NH^3)^5]Na^3$ (Colbati-pentammonio-mellate de sodium).

Tous les acides peuvent donc acquérir la coordinence 1 *quand on les dissimule dans une pentammine.*

Nous avons alors songé à préparer des complexes ayant la même composition chimique, mais des valences électrolytiques différentes. Nous avons obtenu les deux couples de corps suivants :

$SO^4[Co\,SO^4(NH^3)^5]$ [Sulfate de persulfato-pentammine (orangé)].
$Cl[Co\,SO^4(NH^3)^5]$ [Chlorure de sulfato-pentammine (rose) (1)].
$[Co\,\{Fe(CN)^6\}(NH^3)^5]$ Cobalti-ferricyano-pentammine (brun).
$[Co\,\{Fe(CN)^6\}(NH^3)^5]K$ Cobalti-ferrocyanure de potassium (rouge brique).

Ces deux exemples conduisent à un nouveau cas d'isomérie pour lequel nous proposons le nom d'*isomérie de radicaux*.

Il est probable que chacune des molécules citées ci-dessus constitue un dipôle, ce qui sauvegarde la coordinence 6 du cobalt.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les anhydrides dialcoyloxysucciniques.* Note de M. **P. Cordier**, présentée par M. A. Béhal.

Dans une série de recherches ayant pour point de départ la préparation et l'étude de l'acide amidé (I), M. J. Bougault (2) a préparé l'acide bibasique (II) :

$$\begin{array}{c} C^6H^5-CH^2-CH^2-COH-COOH \\ | \\ O \\ | \\ C^6H^5-CH^2-CH^2-COH-CO-NH^2 \\ (I). \end{array} \qquad \begin{array}{c} C^6H^5-CH^2-CH-COOH \\ | \\ O \\ | \\ C^6H^5-CH^2-CH^2-CH-COOH \\ (II). \end{array}$$

(1) Ce sel était déjà connu (P. Job, *Thèse*, Paris, 1921).
(2) *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1944; 181, 1925, p. 247; 182, 1926, p. 1224.

Cet acide, sous l'action de l'anhydride acétique, donne, outre l'anhydride normal (p. fus. 104°) régénérant l'acide primitif, un autre anhydride (p. fus. 75°) possédant 1^{mol} d'eau en plus et doué de propriétés très particulières. A cet anhydride M. J. Bougault a attribué la formule (III) ou (IV),

$$\begin{array}{r} C^6H^5 - CH^2 - \underset{|}{COH} - CO \\ C^6H^5 - CH^2 - CH^2 - CH \quad - CO \end{array}\!\!\Big\rangle O \quad (III). \qquad \begin{array}{r} C^6H^5 - CH^2 - \underset{|}{CH} \quad - CO \\ C^6H^5 - CH^2 - CH^2 - COH - CO \end{array}\!\!\Big\rangle O \quad (IV).$$

Cette formule met en évidence le caractère légèrement acide de cet anhydride, qui, en effet, peut se dissoudre dans les liqueurs alcalines sans ouvrir la liaison anhydride. Il peut également être éthérifié et donner des éthers de la forme (V) ou (VI),

$$\begin{array}{r} C^6H^5 - CH^2 - \underset{|}{COR} - CO \\ C^6H^5 - CH^2 - CH^2 - CH \quad - CO \end{array}\!\!\Big\rangle O \quad (V). \qquad \begin{array}{r} C^6H^5 - CH^2 - \underset{|}{CH} \quad - CO \\ C^6H^5 - CH^2 - CH^2 - COR - CO \end{array}\!\!\Big\rangle O \quad (VI).$$

Les alcalis peuvent cependant l'hydrater et donner le sel alcalin correspondant à l'acide bibasique, mais lorsqu'on libère l'acide par un acide fort, l'anhydride (III) se reforme immédiatement.

En dehors de ces réactions singulières, l'anhydride en question se tautomérise, sous l'influence d'une hydrolyse alcaline prolongée (¹), en donnant naissance à plusieurs acides éthyléniques de formule (VII), (VIII) et (IX),

$$\begin{array}{r} C^6H^5 - CH = \underset{|}{C} - COOH \\ C^6H^5 - CH^2 - CH^2 - CH - COOH \end{array} \quad (VII). \qquad \begin{array}{r} C^6H^5 - CH^2 - \underset{\|}{C} - COOH \\ C^6H^5 - CH^2 - CH^2 - C - COOH \end{array} \quad (VIII).$$

$$\begin{array}{r} C^6H^5 - CH^2 - \underset{|}{CH} - COOH \\ C^6H^5 - CH^2 - CH = C \quad - COOH \end{array} \quad (IX).$$

Il est possible inversement de retourner de ces acides à l'anhydride. En effet ces divers acides peuvent donner par action modérée de l'anhydride acétique un anhydride normal facilement hydraté en l'acide générateur (VII), (VIII) ou (IX) et par action plus prononcée un seul anhydride qui est l'anhydride (III) ou (IV).

En présence des curieuses propriétés manifestées par les anhydrides de ce type très spécial, nous nous sommes proposé de généraliser leur étude et de chercher de quels arrangements moléculaires pouvait dépendre la possibilité de leur formation.

(¹) *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 1255.

I. Nous nous sommes adressé à l'acide phényléthylmaléique (X)

$$\begin{array}{l} C^6H^5 - CH^2 - CH^2 - C - COOH \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\quad \| \\ \qquad\qquad\qquad\qquad HC - COOH \end{array}$$
(X)

et à son isomère fumarique, préparés d'après une méthode indiquée dans une Note antérieure [1]. Nous avons constaté que l'anhydride acétique, quelle que soit la durée d'action, ne fournissait qu'un seul anhydride normal avec l'acide phényléthylmaléique.

II. Nous nous sommes rapproché de la constitution de l'acide (VII) et nous avons préparé dans ce but l'acide méthoxybenzylidènephényléthylsuccinique (XI)

$$\begin{array}{l} CH^3O - C^6H^4 - CH = C - COOH \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\; | \\ C^6H^5 - CH^2 - CH^2 - CH - COOH \end{array}$$
(XI)

ne différant de l'acide (VII) que par le remplacement d'un H par OCH^3.

Cet acide a été obtenu suivant la méthode de Claisen, par condensation de l'aldéhyde anisique avec l'éther méthylique de l'acide phényléthylsuccinique en présence du sodium dans l'éther anhydre.

Il se décompose au-dessus de 160° en se transformant en son anhydre normal (XII)

$$\begin{array}{l} CH^3O - C^6H^4 - CH = C - CO \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\; | \qquad\quad > O \\ C^6H^5 - CH^2 - CH^2 - CH - CO \end{array}$$
(XII).

dont le point de fusion est 155°.

Cet anhydre s'obtient facilement par action de l'anhydride acétique, pendant 15 minutes au bain-marie, sur l'acide (XI). Il régénère facilement, au contact des liqueurs alcalines diluées, l'acide (XI).

Un contact prolongé de l'anhydride acétique (3 heures à l'ébullition) transforme l'acide (XI) en un nouvel anhydride (XIII), fondant à 70° :

$$\begin{array}{l} CH^3O - C^6H^4 - CH^2 - COH - CO \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad | \qquad\quad > O \\ C^6H^5 - CH^2 - CH^2 - CH \quad - CO \end{array}$$
(XIII).

Ses propriétés sont tout à fait comparables à celles de l'anhydride (III). Il est lentement soluble dans les solutions diluées d'alcali, plus soluble

[1] *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 869.

dans les solutions chaudes. L'acidulation de ces solutions régénère l'anhydride (XIII), montrant ainsi l'instabilité de l'acide alcool correspondant.

Nous avons pu, comme avec l'anhydride (III), préparer l'éther méthylique. L'éther obtenu fond à 46°, il régénère par saponification l'anhydride.

En un mot, l'analogie est complète.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des dérivés organo-magnésiens mixtes sur l'acétal propargylique.* Note de M. **J. Grard**, présentée par M. C. Matignon.

En réagissant sur le bromure de méthylmagnésium, l'acétal propargylique nous a donné, dès la température ordinaire, le composé

$$BrMg - C \equiv C - CH(OC^2H^5)^2,$$

puis, à l'ébullition de l'éther, le composé

$$Br - Mg - C \equiv C - CH(OC^2H^5) - CH^3.$$

Nous avons ainsi obtenu deux magnésiens qui nous ont servi de points de départ pour la préparation de quelques corps nouveaux.

A. *Réactions du magnésien de l'acétal propargylique :*

1° Avec l'aldéhyde ordinaire, on obtient le composé

$$CH^3 - CHOH - C \equiv C - CH(OC^2H^5)^2$$

ayant pour densité à 22°, 0,995 et pour indice à 25°, 1,446.

Ce liquide réagit facilement, mais lentement sur une solution d'uréthane en fournissant des cristaux qui, après recristallisation dans l'alcool, fondent à 168°-168°,5 et répondent à la formule

$$CH^3 - CHOH - C \equiv C - CH(NH - CO^2 - C^2H^5)^2.$$

2° Avec l'iode, si l'on utilise le mode opératoire préconisé par M. Grignard, on l'obtient l'acétal iodé $CI \equiv C - CH(OC^2H^5)^2$ que nous avions déjà préparé par l'action de l'iode sur le dérivé argentique de l'acétal : c'est un liquide, d'odeur forte, point de fusion 7°-8°, $d^{22} = 1,533$; $n^{22} = 1,502$.

Cet iodure, chauffé quelques heures avec une solution alcoolique d'iode, fournit par évaporation du solvant des cristaux sombres que l'on purifie par lavage avec une solution diluée de carbonate de soude suivi d'une redissolution dans l'alcool bouillant. Ils fondent alors à 129°-130°. L'analyse de ces cristaux leur assigne la formule $CI^2 = CI - CHO$.

On voit que la fixation de l'iode a été accompagnée d'une désacétalisation, phénomène déjà observé par nous dans des cas analogues (fixation du brome sur l'acétal propargylique).

3° Avec l'éther de Kay on obtient un diacétal

$$(OC^2H^5)^2 - CH - C \equiv C - CH(OC^2H^5)^2,$$

déjà préparé par M. Moureu suivant une autre méthode. C'est un liquide bouillant de 102 à 105° sous 3^{mm} et fondant aux environs de 18°; $d^{22} = 0,9526$; $n^{20} = 1,431$.

Le diacétal précédent fournit avec l'uréthane un corps solide fondant au bloc Maquenne à 300°.

B. *Réactions du magnésien de l'éther-oxyde.* — 1° La destruction par l'eau donne l'éther

$$H - C \equiv C - CH(OC^2H^5) - CH^3,$$

et justifie ainsi la formule attribuée au magnésien. Cet éther est un liquide d'odeur pénétrante bouillant à 87-88°; $d_4^{22} = 0,8075$; $n_D^{22} = 1,402$.

Il fournit avec l'azotate d'argent ammoniacal un précipité soluble dans un excès de réactif dont la formule est celle attendue

$$Ag - C \equiv C - CH(OC^2H^5) - CH^3.$$

Traité par l'iode dans les conditions indiquées par M. Lespieau ([1]) pour des cas analogues, ce précipité donne le composé triiodé

$$CI^2 = CI - CH(OC^2H^5)CH^3 \text{ fondant à } 47\text{-}48°;$$

2° Action du gaz carbonique. — Il se fixe et produit l'acide

$$CO^2H - C \equiv C - CH(OC^2H^5)CH^3,$$

liquide distillant sans décomposition à 107°-108° sous 4^{mm}, $d_4^{22} = 1,0514$; $n_D^{22} = 1,458$.

Cet acide se prête aisément au titrage par la soude ou la potasse en présence de phtaléine. Le résultat de l'opération évaporé dans le vide sulfurique laisse déposer des cristaux répondant à la formule du sel normal non hydraté.

Le sel de potassium précipite les solutions de nitrate d'argent, mais il se produit alors un dégagement spontané de gaz carbonique et l'on retrouve le dérivé argentique mentionné plus haut.

Traité par une solution de sulfate de cuivre à l'ébullition, le sel de po-

---

([1]) Lespieau, *Bulletin de la Société chimique de France*, 4e série, 3, 1908, p. 638.

tassium fournit un précipité bleu dont la formation s'accompagne d'un dégagement de gaz carbonique. La teneur en cuivre de ce précipité s'accorde avec une formule renfermant deux atomes de cuivre, vraisemblablement

$$\begin{array}{l} Cu - \underset{\displaystyle H}{\underset{|}{C}} = \underset{\displaystyle \underset{\displaystyle Cu.}{\underset{|}{O}}}{\underset{|}{C}} - CH(OC^2H^5)CH^3. \end{array}$$

Le sel de sodium en solution alcoolique réagit sur l'iodure d'éthyle pour former l'éther éthylique de l'acide, liquide d'odeur agréable, passant à 68-70° sous 3^{mm}, $d^{22} = 0,842$, n_D^{22} 1,444. Cet éther peut également s'obtenir par l'action du carbonate d'éthyle sur le magnésien de l'éther-oxyde.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la transformation des glucides au cours du mûrissement des bananes.* Note de M. **M. Bridel** et M[lle] **C. Bourdouil**, présentée par M. M. Molliard.

Les analyses ont porté sur un régime de bananes des Canaries, très vert, qu'on a laissé mûrir au laboratoire. Les prélèvements de fruits ont été effectués tous les deux jours environ.

La peau et la pulpe ont été séparées, pesées et traitées à part. On a déterminé ainsi ce que Tallarico a appelé le coefficient de maturation et qui est le rapport du poids de la pulpe au poids de la peau.

Les fruits, aussitôt après leur séparation en peau et en pulpe, coupés en tranches minces, ont été projetés dans l'alcool bouillant dans le but de détruire les ferments. Après ébullition de 20 minutes, ils étaient hachés finement et remis à bouillir dans le même alcool. La solution alcoolique était filtrée, après refroidissement. Elle a servi à déterminer :

1° L'extrait alcoolique, par dessiccation à +60°, dans le vide;

2° Les sucres réducteurs par la méthode de G. Bertrand;

3° Le saccharose par la méthode biochimique de Bourquelot.

Le résidu insoluble dans l'alcool a été lavé à l'alcool, séché et pesé. Il a servi à déterminer l'amidon et la pectine.

Pour cela, une prise d'essai a été traitée par l'eau, à +110°, pendant deux heures. Après refroidissement, on a fait agir sur le mélange, à +40°, la pancréatine pendant deux heures. On a filtré; on a précipité la pectine par addition de deux volumes d'alcool à 95°. On l'a recueillie, lavée et séchée. Dans le liquide alcoolique, on a dosé les sucres réducteurs par la méthode de G. Bertrand. On a évalué le poids d'amidon en effectuant, comparativement, une hydrolyse de fécule par le même produit fermentaire.

La teneur en eau a été déterminée par différence entre le poids frais et la somme de l'extrait alcoolique et du résidu insoluble dans l'alcool.

Le tableau suivant résume les résultats obtenus avec la pulpe :

Nos.	Date du prélèvement.	Coefficient de matu-ration.	Produit sec pour 100.	Extrait alcoo-lique.	Résidu insoluble.	Sucre réduc-teur initial.	Saccharose.	Sucre total.	Amidon.
1...	21 mars	0,96	30,31	2,30	28,01	0,06	0,75	0,81	22,94
2...	23	1,06	29,72	3,37	26,35	0,20	2,00	2,20	21,55
3...	25	1,07	29,06	9,70	19,36	1,27	6,35	7,62	13,40
4...	27	1,13	28,89	14,95	13,94	2,15	10,93	13,08	8,75
5...	28	1,15	28,95	18,70	10,25	3,12	12,41	15,53	6,00
6...	29	1,33	28,58	20,70	7,88	3,83	13,03	16,86	3,63
7...	30	1,39	28,48	21,51	6,97	4,04	13,62	17,66	3,28
8...	1 avril	1,39	28,24	22,27	5,97	4,33	13,73	18,06	2,18
9...	2	1,48	28,79	22,52	6,27	4,79	14,38	19,17	2,03
10...	5	1,57	27,05	22,64	4,41	5,32	13,11	18,43	0,94
11...	6	1,64	26,93	22,55	4,28	5,93	12,44	18,37	0,87
12...	8	1,79	25,12	20,93	4,19	6,52	10,42	16,94	0,76
13...	10	1,79	24,18	19,86	4,32	7,18	9,01	16,19	0,83
14...	12	2,00	23,64	19,80	3,84	8,26	7,87	16,13	-
15...	14	2,13	24,19	19,90	4,29	7,79	7,66	15,45	-
16...	16	2,48	23,27	19,04	4,23	8,64	6,24	14,88	-

En ce qui concerne l'état du fruit, les coefficients de maturation, qui augmentent progressivement de 0,96 à 2,48, n'ont que la valeur d'une indication, un peu plus précise, toutefois, que celle que donne la couleur de la peau. Mais ils mettent en évidence les variations du poids de la peau par rapport à celui de la pulpe qui est beaucoup plus stable. Le poids de la peau a varié de 191g, 21 et 82g,5 et celui de la pulpe de 179g à 205g.

La transformation de l'amidon en saccharose est hors de doute dans la banane. Il y a diminution progressive de l'amidon et augmentation corrélative du saccharose, celui-ci étant en quantité telle qu'il ne peut provenir que du glucide le plus abondant dans le fruit vert, l'amidon. L'indice de réduction enzymolytique obtenu par l'action de l'invertine est toujours voisin de 604, indice théorique du saccharose.

La diminution de l'amidon est très rapide, après une sorte de mise en train de près de 48 heures. L'augmentation du saccharose suit la même allure. Toutefois, les quantités de saccharose formé et celles d'amidon disparu ne sont pas strictement proportionnelles.

La vitesse de transformation diminue au fur et à mesure que l'amidon se trouve, dans le fruit, en plus petite quantité.

Le saccharose, ainsi que le sucre total, après avoir présenté un maximum le 13e jour, décroît. Le saccharose décroît plus rapidement que le sucre total, car il se fait du sucre interverti par hydrolyse du saccharose. Après le 13e jour, on observe encore une diminution de la quantité d'amidon, ce qui fait penser que l'état de maturité parfaite ne correspond pas à la teneur maxima en saccharose.

Si l'on considère que la plus grande partie des sucres réducteurs libres est constituée par du sucre interverti, on voit que le rendement de la transformation de l'amidon en saccharose que l'on obtient par le rapport entre les sucres réducteurs dosés après invertine et l'amidon transformé atteint à la fin de la maturation une valeur élevée : 0,91.

ZOOLOGIE. — *Une forme adulte du Rouget* (Thrombicula autumnalis *Shaw*). Note de M. **Marc André**, présentée par M. Ch. Gravier.

L'an dernier, j'étais parvenu par l'élevage de larves d'Acarien connues sous le nom de Rougets (*Leptus autumnalis* Shaw), fixées sur un jeune Lapin, à obtenir des nymphes qui, par l'ensemble de leurs caractères, se rattachaient indiscutablement au genre *Thrombicula* Berlese (1).

La forme complètement adulte restait encore inconnue.

Cette année, après de longues recherches, j'ai eu, le 23 août 1929, à La Croix-en-Brie (Seine-et-Marne), la bonne fortune de recueillir, — à l'intérieur d'une motte de terre prise à une profondeur de 15 à 20cm, dans un plant de Fraisiers dont les feuilles portaient, à leur face inférieure, de nombreux *Leptus autumnalis*, — un unique *Thrombicula* adulte, que la présence de trois paires de ventouses, autour de l'orifice génital, caractérisait comme femelle.

Cet animal était parfaitement vivant, bien que mutilé par la perte des trois premiers articles de chacune des pattes de la première paire.

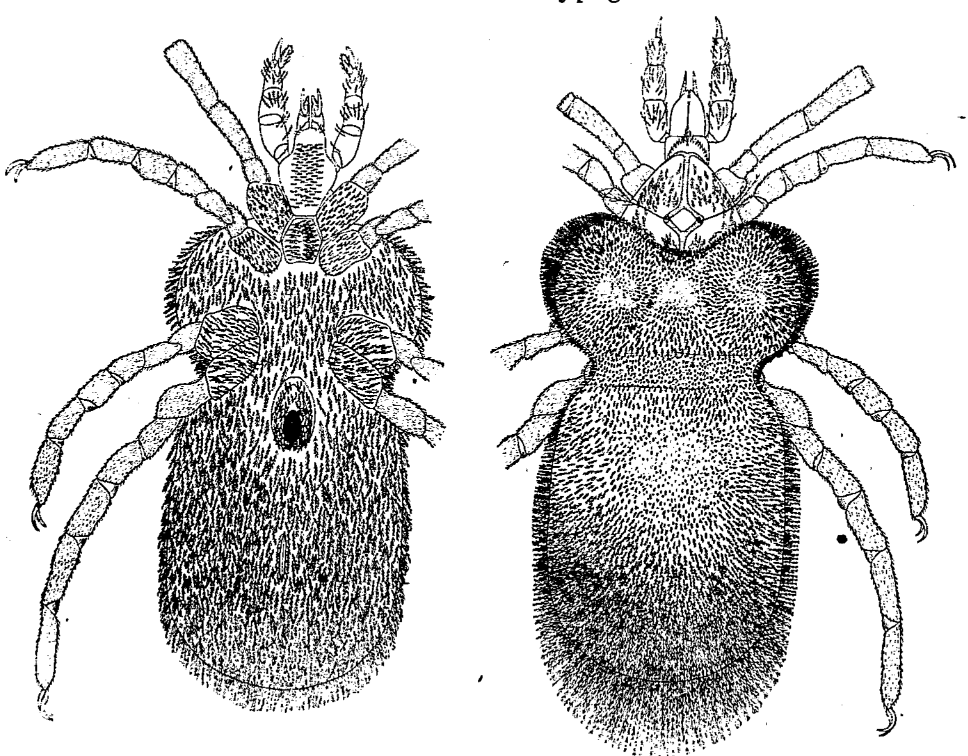
La concomitance des *Leptus* dans la même localité et surtout la comparaison de cet individu avec les nymphes précédemment obtenues par élevage me portent à regarder comme fort plausible que, malgré certaines différences (notamment dans l'armature des palpes), il s'agit là d'un exemplaire adulte du *Thrombicula autumnalis* Shaw.

(1) M. André, *Comptes rendus*, 187, 1928, p. 842.

C'est, en tout cas, le premier individu complètement adulte appartenant à une espèce du genre *Thrombicula* qui se trouve signalé en France.

Il est de couleur blanche très légèrement jaunâtre et il offre une absence totale d'yeux.

Cette dépigmentation du corps et l'atrophie des organes visuels indiquent que les *Thrombicula* mènent une existence hypogée.



Forme adulte de *Thrombicula autumnalis* Shaw. Face ventrale et face dorsale.

St. Hirst [1] pensait que les adultes du *T. autumnalis* devaient habiter les nids de petits Rongeurs (Mulot, Campagnol).

Or, en fait, ils n'ont jamais été jusqu'ici rencontrés dans les galeries de ces Mammifères et toutes mes recherches dirigées dans ce sens étaient restées infructueuses : au contraire, c'est dans le sein même de la terre que se mouvait l'individu que j'ai découvert.

Il semble donc que les *Thrombicula* sont des animaux qui vivent simplement enfoncés dans la terre, c'est-à-dire qu'ils appartiennent à la faune

(1) St. Hirst, *Ann. Appl. Biol.*, 13, 1926, p. 140.

appelée *endogée* par Pruvot [1], plutôt qu'à celle des terriers (faune microcavernicole).

La séance est levée à 16h.

A. Lx.

ERRATA.

(Séance du 23 septembre 1929.)

Note de Mlle *Nina Bary*, Sur les fonctions jouissant de la propriété N :

Page 441, ligne 8, *au lieu de* et la connaissance de la dérivée, etc., *lire* et que la connaissance de la dérivée, etc.

Page 443, ligne 6, *au lieu de* et cette dérivée est sommable, etc., *lire* et si cette dérivée est sommable, etc.

Note de M. *Peirier*, Les *Caloncoba* à huile antilépreuse du Cameroun :

Page 471, ligne 3 de la Note, *au lieu de* Afrique méridionale, *lire* Asie méridionale.

(Séance du 29 juillet 1929.)

Note de M. *P.-L. Srivastava*, Sur les singularités d'une classe de série de Dirichlet :

Page 232, ligne 7, *au lieu de* $\alpha < \pi$, *lire* $\alpha \leqq \pi$; ligne 19, *au lieu de* discontinuités, *lire* continuités.

Page 233, ligne 12, *au lieu de* *a*, *b*, *lire* *c*, *d*; ligne 15, *au lieu de* et la ligne, *lire* est la ligne.

---

(1) *in* Racovitza, *Arch. Zool. exp. et gén.*, 4e série, 6, 1907, p. 388.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances de septembre 1929.

Sulla sistematica dei frumenti coltivati (nota preventiva), par C. Campbell. Firenze, Società botanica italiana, 1929; 1 fasc. 24cm.

D. Sansaud de Lavaud. *La sécurité en avion multimoteurs.* Paris, chez l'auteur, 1929; 1 fasc. 23cm,5.

Fundamentals in Physics and in Chemistry, by Lucien V. Alexis. New Orléans chez l'auteur, 1929; 1 vol. 23cm.

Le sauvetage des sous-marins, par M. Laubeuf. Paris, *La science moderne*, revue mensuelle illustrée, août 1929, 6e année, no 8. Baillière et fils, 1929; 1 fasc. 27cm.

Cosmologie, Géologie, par Victor Brulat. Villelaure, chez l'auteur, 1929; 1 fasc. 27cm,5.

La grande œuvre de la chimie, par *divers*. Paris, *Chimie et Industrie*, 1929; 1 vol. 28cm.

Encyclopédie biologique : IV. Les animaux infectieux, par Paul Vuillemin. Paris, Paul Lechevalier, 1929; 1 fasc. 25cm,5.

Sophus Lie. *Gesammelte Abhandlungen, Abhandlungen zur Theorie der Differentialgleichungen.* Zweite Abteilung, herausgegeben von Friedrich Engel. Leipzig, G. Teubner; Oslo, H. Aschettong et Cie, 1929; 1 vol. 24cm.

Sophus Lie. *Gesammelte Abhandlungen. Anmerkungen zum vierten Band.* Herausgegeben von Friedrich Engel. Leipzig, B. G. Teubner; Oslo, H. Aschettong, et Cie, 1929; 1 vol. 24cm.

La Hipertension arterial, par le Dr Mariano R. Castex, Collection *Medica Argentina.* Maipu, H. Andreetta, 1929; 1 vol. 24cm,3.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 14 OCTOBRE 1929.

PRÉSIDENCE DE M. Louis MANGIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **Démétrius Eginitis**, président de l'Académie d'Athènes, qui assiste à la séance.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Deux exemples nouveaux de caractères morphologiques dépendant des conditions extérieures.* Note de M. **Marin Molliard**.

Bien qu'on ait signalé un grand nombre de cas démontrant que la structure des végétaux est, pour une part, sous la dépendance des conditions variées dont l'ensemble constitue le milieu extérieur, il ne me paraît pas inutile de rapporter dans cette Note deux exemples particulièrement frappants de cette action, car ils correspondent à des variations de caractères considérés jusqu'à présent comme peu ou point sensibles aux variations ambiantes.

I. *Pilosité anormale déterminée expérimentalement.* — L'épiderme de la face interne de la gousse du Pois reste lisse jusqu'à la maturité du fruit, ses cellules, comme celles de l'épiderme externe, se développant d'une manière sensiblement égale suivant leurs trois directions. Tout change si l'on amène l'épiderme interne à se développer à l'air libre, comme je l'ai réalisé pour des gousses de Pois de la variété *Caractacus:* il suffit pour cela de sectionner les fruits alors qu'ils sont déjà bien développés, mais présentent encore leurs deux valves appliquées l'une contre l'autre; on détache par exemple une faible portion de la région qui comprend la nervure médiane de la feuille

carpellaire et on laisse l'organe poursuivre sa croissance; la section pratiquée amène les deux valves à se séparer assez rapidement l'une de l'autre et l'on ne tarde pas à constater que les faces internes se couvrent de nombreux poils; le développement de ces derniers est si considérable qu'au bout de quelques jours ils donnent aux organes l'aspect très inattendu d'un feutre épais. Les poils se forment aux dépens de chacune des cellules épidermiques qui s'allongent jusqu'à acquérir une longueur de $0^{mm},8$ à 1^{mm}, l'épaisseur du reste du limbe ne dépassant pas $1^{mm},1$; les cellules qui subissent cet allongement considérable se divisent à plusieurs reprises et peuvent présenter jusqu'à 5 cloisons transversales, sans jamais se ramifier d'ailleurs.

A quoi rapporter cette réaction du tissu épidermique normalement interne? La première idée qui vienne à l'esprit est qu'il s'agit d'une modification de l'état hygrométrique, consécutive à la section pratiquée; sur certaines gousses sectionnées d'une manière bien rectiligne, les bords des deux valves, au lieu de s'écarter, se soudent et rétablissent la cavité interne du fruit; on observe alors quelques poils au voisinage immédiat de la cicatrisation, mais rien qui ressemble au feutrage que nous avons observé sur les valves restant séparées; je compte revenir sur la cause précise de cette pilosité remarquable, me contentant pour l'instant de signaler les conditions globales qui permettent de la provoquer.

II. *Panachure obtenue par voie expérimentale.* — Le second cas de déterminisme d'un caractère morphologique, plus frappant encore que le précédent, se rapporte à un changement de coloration des pétales de l'œillette blanche (*Papaver somniferum album*); on sait que les pétales de cette variété sont normalement, au moment de l'anthèse, d'un blanc absolument pur, ce qui correspond à l'absence de tout pigment; or, si l'on vient à ouvrir les boutons d'une manière prématurée, en écartant les deux sépales, on amène les organes internes à poursuivre leur développement dans des conditions différentes des conditions normales et le résultat se traduit par l'apparition de zones rouges qui rendent les pétales panachés.

C'est au cours de mes essais de production de galles, consistant à injecter divers liquides dans la cavité ovarienne, que j'ai été amené tout d'abord à constater le fait; les fleurs dont j'avais écarté les sépales et les pétales n'ayant pas encore atteint leur taille définitive apparaissaient, au bout de quelques jours, avec deux sortes de taches, les unes brunes, correspondant nettement à des régions froissées et à une dégénérescence plus ou moins étendue des cellules; les autres, de nombre et d'étendue variables, étaient d'un rouge violacé comme le sont les pétales de différentes variétés horticoles de la même espèce.

Quelle est la cause de cette apparition d'anthocyane? Il est facile de montrer que le traumatisme subi par le pistil n'intervient en aucune façon; de même si l'on détermine le froissement, par des compressions, même énergiques, à l'intérieur du calice maintenu fermé, on n'observe lors de l'anthèse aucune apparition de pigment rouge, mais seulement les taches brunes que j'ai signalées. On peut aussi éliminer l'action des traumatismes en s'adressant à de très jeunes boutons, mesurant environ $1^{cm},5$ de long (leur taille atteignant 4-5^{cm} au moment de la floraison) et en sectionnant les sépales transversalement suivant leur équateur; les étamines et les pétales échappent, à ce stade de développement, au sectionnement et peuvent ainsi continuer leur développement à l'air libre sans avoir subi aucun traumatisme; on constate que, dans ces conditions, les pétales acquièrent une panachure très constante et très marquée.

On observe d'ailleurs que la panachure est nettement plus accentuée, pour les pétales se développant à l'air libre, dans les régions les plus fortement éclairées, et qu'elle peut ne pas apparaître dans les zones qui restent protégées vis-à-vis de la lumière directe par les sépales, quand ces derniers ne sont pas totalement supprimés.

C'est donc à la lumière qu'il convient en définitive de rapporter la formation du pigment, et cela cadre avec un grand nombre de faits de physiologie normale; mais cette faculté n'existe pour les pétales de l'œillette blanche qu'à un stade assez jeune, précédant l'anthèse de quelques jours; lorsque la fleur s'ouvre normalement ses pétales ont perdu la propriété de se pigmenter, vraisemblablement parce qu'il y a discordance entre le moment où la lumière présente une intensité à laquelle elle est capable d'agir et le moment où existent les substances chimiques dont dérive le pigment.

CHIMIE PHYSIQUE. — *La corrosion des alliages d'aluminium dans la vapeur d'eau surchauffée.* Note (¹) de MM. **Léon Guillet** et **Ballay**.

Au cours de recherches sur la détérioration des métaux par la vapeur d'eau surchauffée, nous nous sommes proposé de préciser le mécanisme de la corrosion des alliages d'aluminium et de comparer le degré de résistance à cette action de différents alliages d'aluminium industriels. Poursuivant notre étude (²) de l'influence de la pureté de l'aluminium sur son attaqua-

(¹) Séance du 7 octobre 1929.

(²) L. Guillet et M. Ballay, *Comptes rendus*, 187, 1928, p. 585.

bilité, nous avons aussi cherché comment se comportait l'aluminium très pur dans la vapeur.

Les métaux ou alliages étudiés ont été soumis, sous forme de plaquettes, à l'action de la vapeur surchauffée, soit au repos, dans un ballon sécheur, soit en mouvement, dans le collecteur de vapeur d'une chaudière industrielle. La corrosion a été évaluée par pesée des éprouvettes et par examen au microscope métallographique.

Le tableau ci-dessous donne la composition des alliages étudiés et l'augmentation de poids d'échantillons de mêmes dimensions au cours d'une des séries d'essais dans de la vapeur animée d'une vitesse moyenne de 30 à 35^{m} par seconde. Les échantillons étaient constitués par des plaquettes carrées de 30^{mm} de côté, percées au centre d'un trou de 8^{mm} de diamètre, par lequel passait une tige métallique servant à la fixation. Les échantillons étaient isolés l'un de l'autre et de la tige par de l'amiante, la vapeur passant librement entre les plaquettes.

Le courant de vapeur était sensiblement parallèle aux grandes faces des plaquettes.

La durée de l'essai a été de 34 jours, la vapeur ne circulant que 9 heures par jour et la chaudière étant arrêtée le reste du temps.

La température a varié entre 300 et 350°.

Marques des échantillons.	Épaisseur des plaquettes.	Nature de l'alliage.	Composition chimique.							Augmentation de poids en grammes.
			Si.	Fe.	Cu.	Mg.	Mn.	Cd.	Al.	
	mm									
A......	1,5	Al très pur	-	-	-	-	-	-	99,87	Échantillon entièrement détruit
B......	1,5	Al laminé	0,47	0,72	-	-	-	-	-	Diff. 0,074
C......	4,5	Al laminé	0,37	0,77	-	-	-	-	-	id. 0,766
D......	4,5	Al fondu	0,42	0,83	-	-	-	-	-	id. 0,127
E......	4,5	Alliage à 8 °/₀ Cu fondu	0,45	0,87	7,80	-	-	-	-	id. 0,321
F......	3,5	Duralumin fondu	-	-	4	0,5	0,5	-	-	id. 0,236
G......	4,5	Alpax fondu	13,08	0,63	-	-	-	-	-	id. 0,069

Des différentes séries d'essais que nous avons effectuées, on peut tirer les conclusions suivantes :

1° La détérioration des alliages d'aluminium dans la vapeur surchauffée se fait par transformation en alumine et se propage par les joints des grains. Comme les éléments qui ne sont pas en solution solide dans l'aluminium se trouvent rassemblés à la limite des grains ($FeAl^3$, Si, Al^2Cu, etc.) on pourrait croire qu'ils jouent un rôle important dans la marche de la corrosion.

Il semble toutefois que l'attaque ne porte pas spécialement sur eux, mais sur leur voisinage immédiat : c'est ainsi que le microscope montre pour l'alliage E à 7,80 pour 100 de cuivre des particules du constituant Al^2Cu intactes au milieu de zones très fortement attaquées.

2° Les échantillons d'aluminiun très pur sont de beaucoup les plus attaqués. Dans le courant de vapeur leur destruction a été totale; il ne restait plus qu'un peu d'alumine pulvérulente au voisinage de la tige centrale du support. L'altération très rapide de l'aluminium pur n'est pas due à l'érosion par la vapeur que favoriserait une faible résistance mécanique; on a remarqué, en effet, que l'altération, bien que plus lente, était encore relativement rapide dans la vapeur au repos. Il importe de remarquer que les impuretés de l'aluminium, fer et silicium, qui augmentent généralement la corrosion dans les solutions aqueuses, diminuent au contraire très nettement l'attaque par la vapeur. Dans les solutions aqueuses, le phénomène est surtout de nature électrochimique, alors qu'il paraît être purement chimique dans la vapeur.

3° L'alliage à 13 pour 100 de silicium (alpax) s'est toujours montré le moins attaquable des alliages étudiés. La détérioration en réseau est cependant visible au microscope.

4° Le classement par résistance à la corrosion des autres alliages étudiés n'a pas toujours été le même dans les différentes séries d'essais. Sans tirer de conclusions définitives, on peut remarquer, dans le tableau ci-dessus, que pour les aluminium commerciaux B, C et D (auxquels on peut joindre l'aluminium pur) la corrosion augmente, lorsque la teneur en silicium décroît. Il est probable que la corrosion dans la vapeur est fonction, non seulement de la composition chimique, mais aussi de la structure et de toute l'histoire thermique et mécanique de l'éprouvette.

Nos recherches continuent.

M. d'Ocagne fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage du Commandant F. Ollivier, *La Topographie sans topographes*, dont il a écrit la *Préface*. Cet Ouvrage est un traité complet des levés effectués par la photographie et de la transformation automatique des clichés obtenus en cartes cotées, où toutes les questions se rapportant à cet art très spécial sont approfondies à la fois sous le rapport géométrique, physique, physiologique et historique.

M. L. Guillet fait hommage à l'Académie du *Compte rendu des fêtes du Centenaire* (1929) *de l'École centrale des Arts et Manufactures*.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Guerre** fait savoir à l'Académie qu'il a nommé M. *H. Le Chatelier* et M. *H. Deslandres* membres du Conseil de perfectionnement de l'École polytechnique pour l'année scolaire 1929-1930.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Dictionnaire de Biographie française*, sous la direction de J. Balteau, A. Rastoul et M. Prevost. Fascicule 1 : *Aage-Achard*.

2° *Theory and Practice of Pendulum Observations at Sea*, by F. A. Vening Meinesz.

3° H. Duchaussoy. *Les anciens vignobles de la région de Meudon*.

4° Louis Vialleton. *L'origine des êtres vivants. L'illusion transformiste.* (Présenté par M. E.-L. Bouvier.)

MM. **G. Darzens**, **M. Delépine** prient l'Académie de vouloir bien les compter au nombre des candidats à la place vacante dans la Section de Chimie par le décès de M. *Ch. Moureu*.

LOGIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur le problème fondamental des Mathématiques*. Note de M. **Herbrand**, présentée par M. Hadamard.

1. On peut considérer que le problème fondamental des Mathématiques est le suivant ([1]) :

Problème A. — *Quelle est la condition nécessaire et suffisante pour qu'un théorème soit vrai dans une théorie déterminée n'ayant qu'un nombre fini d'hypothèses? Si ce théorème est vrai, quelle est sa démonstration?*

On peut en effet toujours s'arranger pour construire toutes les théories

([1]) Nous renvoyons aux deux Notes suivantes : *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1274, et 188, 1929, p. 1076, que nous désignerons respectivement par A et B.

mathématiques classiques dans des théories n'ayant qu'un nombre fini d'hypothèses [1] (un exemple en est la théorie de Neumann, donnant une nouvelle axiomatique de la théorie des ensembles; voir *Journal fur reine und angew. Math.*, 154, 1925, p. 219). D'ailleurs, même dans une théorie ayant une infinité d'hypothèses, on n'en utilise jamais qu'un nombre fini pour démontrer un théorème particulier, mais on ne sait pas d'avance lesquelles.

Les résultats déjà indiqués dans une Note précédente (B) permettent de montrer que ce problème est équivalent au suivant :

PROBLÈME B. — *Considérons un ensemble dénombrable d'éléments* a_0, a_1, a_2, ..., a_n, ...; *et un nombre fini de fonctions* $f_i(x_1 x_2 \ldots x_{n_i})$ $(i=1, 2, \ldots, p)$, *dont les arguments et les valeurs sont des éléments de cet ensemble. Supposons :*

1° *Que* $f_i(a_{m_1} a_{m_2} \ldots a_{m n_i})$ *et* $f_j(a_{r_1} a_{r_2} \ldots a_{r n_j})$ *ne puissent être égales que si*

$$i=j, \quad m_1=r_1, \quad m_2=r_2, \quad \ldots, \quad m_{n_i}=r_{n_j}.$$

2° *Que tout élément soit la valeur d'une fonction obtenue en combinant nos fonctions par substitution, et dont tous les arguments soient* a_0 [2].

Étant donnée une collection quelconque composée d'un nombre fini de systèmes de n éléments $a_{i_1} a_{i_2} \ldots a_{i_n}$, *peut-on faire correspondre à chaque système de la collection un des nombres* 1, 2, ..., *k, de telle manière que soient réalisées certaines conditions déterminées dont chacune aura la forme suivante :*

« b_1, b_2, ..., b_n et c_1, c_2, ..., c_n, *étant deux de ces systèmes, identiques ou différents, si un système déterminé d'égalités de la forme*

$$f_i(b_{j_1} b_{j_2} \ldots b_{j_{n_i}}) = f_{i'}(c_{j'_1} c_{j'_2} \ldots c_{j'_{n_{i'}}})$$

est vérifié, les nombres correspondant à b_1, b_2, ..., b_n *et* c_1, c_2, ..., c_n *ne peuvent former que certains couples déterminés de nombres.* »

---

(1) La plupart des théories mathématiques habituelles ont des hypothèses contenant des propositions indéterminées, qui donnent naissance à une infinité d'hypothèses particulières quand on particularise ces propositions (*exemples :* l'axiome d'induction totale; les axiomes par lesquels on peut remplacer l'axiome de réductibilité quand on veut le formaliser; voir A). Mais, si l'on veut, on peut toujours dans la pratique remplacer ces théories par d'autres n'ayant qu'un nombre fini d'hypothèses.

(2) On peut réaliser ces conditions en supposant que a_n est l'entier n, les f_i étant des polynomes convenables; on voit dès lors que notre problème est une généralisation directe des problèmes diophantiens.

Si la correspondance cherchée est impossible pour une certaine collection, quelle est cette collection (¹)?

Nous devons donc considérer ce dernier problème comme le plus important de ceux qui se posent actuellement en mathématiques. On se rendra compte de sa difficulté, quand nous dirons qu'il suffit de particulariser ses données, pour tomber sur le problème de la résolution effective d'une équation diophantienne quelconque. Mais nous sommes du moins, maintenant, en face d'un problème déterminé purement mathématique. Il faut cependant remarquer que, pour être valable, son étude ne doit faire usage que de modes de raisonnement « métamathématiques », caractérisés par le fait qu'il est possible de les répéter, dans chaque cas particulier, en ne faisant usage que d'éléments que l'on connaisse effectivement, et de propriétés dont on puisse effectivement vérifier la vérité ou la fausseté. Cependant on pourrait étudier ce problème en utilisant toutes les méthodes d'une théorie mathématique déterminée, à condition toutefois d'avoir d'avance démontré métamathématiquement que cette théorie n'est pas contradictoire.

2. Supposons désormais que l'on ait résolu le problème précédent. Désignons par R la théorie que développent Russell et Whitehead dans les *Principia mathematica*, en y supposant vrais les axiomes multiplicatifs et de l'infini. (On pourrait d'ailleurs la remplacer dans ce qui suit par d'autres théories moins étendues.)

a. Dans l'étude du problème A, on a évidemment supposé que l'on ne faisait usage que des procédés de raisonnements ordinaires [plus exactement : de ceux que nous avons énumérés dans la Note A (voir un errata dans la Note B) et de ceux qu'on en peut déduire]. Supposons que l'on se serve en outre de nouvelles règles de raisonnements. Alors, on peut démontrer que R *deviendrait contradictoire*. (Cependant il n'est pas encore démontré qu'avec les règles ordinaires de raisonnement, R ne le soit pas.)

b. Supposons de plus que l'on ait démontré que R n'était pas contradictoire; alors, on peut en déduire un résultat général, dont voici un cas particulier : *Si l'on a pu démontrer un théorème arithmétique en faisant usage de nombres incommensurables, ou de fonctions analytiques, on peut aussi le démontrer en ne se servant que d'éléments purement arithmétiques* (entiers, fonctions définies par récurrence). Exemple : le théorème de Dedekind sur les nombres premiers; la théorie du corps de classes.

(¹) On peut toujours vérifier, sur toute collection particulière, si cette correspondance est possible ou non.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *La généralisation de la formule de Jacobi, concernant le déterminant, formé des solutions d'un système d'équations différentielles linéaires.* Note de M. **J. A. Lappo-Danilevski**, présentée par M. Hadamard.

Soit $X = \| \{X\}_{kl} \|$ une substitution arbitraire du degré n. La matrice $\mathfrak{D}^{(p)}(X)$ du degré $\frac{n(n-1)\dots(n-p+1)}{1.2\dots p}$ dont les éléments sont les déterminants

$$(1) \qquad \{\mathfrak{D}^{(p)}(X)\}_{\substack{k_1 l_1 \\ \dots \\ k_p l_p}} = \begin{vmatrix} \{X\}_{k_1 l_1} & \dots & \{X\}_{k_1 l_p} \\ \dots\dots & \dots & \dots\dots \\ \{X\}_{k_p l_1} & \dots & \{X\}_{k_p l_p} \end{vmatrix}$$

$[p = 1, \dots, n;\ k_1, \dots, k_p,\ l_1, \dots, l_p = 1, \dots, n;\ k_1 < \dots < k_p;\ l_1 < \dots < l_p]$, formés des éléments de la substitution X, sera nommée « matrice déterminante d'ordre p » de cette substitution. Les combinaisons $(k_1, \dots, k_p)$ et $(l_1, \dots, l_p)$ jouent le rôle des deux indices vis-à-vis des éléments de la matrice $\mathfrak{D}^{(p)}(X)$. La distribution de ces indices en séries simples est arbitraire, mais elle doit rester la même pour les premières et les secondes combinaisons. La matrice $\mathfrak{D}^{(1)}(X)$ se réduit à la substitution X. L'élément unique de la matrice $\mathfrak{D}^{(n)}(X)$ est le déterminant de la substitution X. Pour les deux substitutions arbitraires X_1 et X_2 du degré n, on a l'identité

$$\mathfrak{D}^{(p)}(X_1 X_2) = \mathfrak{D}^{(p)}(X_1)\,\mathfrak{D}^{(p)}(X_2) \qquad (p = 1, \dots, q).$$

Désignons par

$$\{\mathfrak{D}_q^{p}(X)\}_{\substack{k_1 l_1 \\ \dots \\ k_p l_p}} \qquad (q = 1, \dots, p).$$

le déterminant (1), où tous les éléments, sauf les éléments de la $q^{\text{ième}}$ colonne, sont remplacés par les éléments correspondants de la substitution identique. Introduisons la matrice $E^{(p)}(X)$ du degré $\frac{n(n-1)\dots(n-p+1)}{1.2\dots p}$, dont les éléments sont les sommes des déterminants

$$\{E^{(p)}(X)\}_{\substack{k_1 l_1 \\ \dots \\ k_p l_p}} = \sum_{q=1}^{p} \{\mathfrak{D}_q^{p}(X)\}_{\substack{k_1 l_1 \\ \dots \\ k_p l_p}}.$$

La matrice $E^{(1)}(X)$ se réduit à la substitution X. L'élément unique de la matrice $E^{(n)}(X)$ est $\{X\}_{11} + \dots + \{X\}_{nn}$.

On démontre aisément le théorème suivant : *Si la matrice* Y *satisfait au système*

$$\frac{dY}{dx} = YA, \tag{2}$$

où A *est une matrice formée de fonctions de* x, *la matrice déterminante* $\mathcal{D}^{(p)}(Y)$ *satisfait au système*

$$\frac{d\mathcal{D}^{(p)}(Y)}{dx} = \mathcal{D}^{(p)}(Y).E^{(p)}(A). \tag{3}$$

Dans le cas, où $p = n$, la relation (3) fournit immédiatement l'expression pour le déterminant d'une matrice intégrale du système (2), due à Jacobi.

En appliquant notre théorème à un système à coefficients rationnels, on arrive à la conclusion suivante : si Y est une matrice intégrale du système

$$\frac{dY}{dx} = \sum_{j=1}^{m} \sum_{r=1}^{s} \frac{YU_j^{(r)}}{(x-a_j)^r}, \tag{4}$$

la matrice déterminante $\mathcal{D}^{(p)}(Y)$ est une matrice intégrale du système

$$\frac{d\mathcal{D}^{(p)}(Y)}{dx} = \sum_{j=1}^{m} \sum_{r=1}^{s} \frac{\mathcal{D}^{(p)}(Y)E^{(p)}(U_j^{(r)})}{(x-a_j)^r}. \tag{5}$$

Soient Y la matrice intégrale du système (4), se réduisant à I pour $x = b$, et V_j la substitution intégrale qu'elle subit quand la variable x décrit un circuit entourant le point a_j. En faisant l'intégration du système (5) d'après notre méthode générale [1], on obtient les représentations de la matrice déterminante $\mathcal{D}^{(p)}(Y)$ et de ses substitutions intégrales $\mathcal{D}^{(p)}(V_j)$ sous forme de fonctions entières des matrices $E^{(p)}(V_j^{r})$:

$$\mathcal{D}^{(p)}(Y) = I + \sum_{\nu=1}^{\infty} \sum_{j_1 \ldots j_\nu}^{(1 \ldots m)} \sum_{r_1 \ldots r_\nu}^{(1 \ldots s)} E^{(p)}(U_{j_1}^{(r_1)}) \ldots E^{(p)}(U_{j_\nu}^{(r_\nu)}) L_b(a_{j_1}^{r_1} \ldots a_{j_\nu}^{r_\nu} \mid x), \tag{6}$$

$$\mathcal{D}^{(p)}(V_j) = I + \sum_{\nu=1}^{\infty} \sum_{j_1 \ldots j_\nu}^{(1 \ldots m)} \sum_{r_1 \ldots r_\nu}^{(1 \ldots s)} E^{(p)}(U_{j_1}^{(r_1)}) \ldots E^{(p)}(U_{j_\nu}^{(r_\nu)}) \mathfrak{L}_j(a_{j_1}^{r_1} \ldots a_{j_\nu}^{r_\nu} \mid b). \tag{7}$$

---

(1) Voir notre Note, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 848.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Les cycles limites de Poincaré et la théorie des oscillations auto-entretenues.* Note de M. A. **Andronow**, présentée par M. Hadamard.

1. Les oscillations dites *auto-entretenues* suscitent depuis quelques années un intérêt de plus en plus vif dans plusieurs domaines des sciences naturelles. Ces oscillations sont régies par des équations différentielles qui diffèrent de celles qu'étudient la physique mathématique et la mécanique classique. Les systèmes où se produisent ces phénomènes ne sont pas conservatifs et entretiennent leurs oscillations en puisant l'énergie à des sources non périodiques.

Citons, pour le cas des équations aux dérivées partielles, le problème déjà ancien de la corde vibrante excitée par un archet ainsi que le problème des Céphéides, tel que le traite Eddington (1); pour celui des équations différentielles ordinaires, en mécanique le pendule de Froude (2), en physique l'oscillateur à triode (3), en chimie les réactions périodiques (4); des problèmes similaires se posent en biologie (5).

2. Considérons le cas le plus simple des auto-oscillations que présente — en mécanique et en physique — un système à un degré de liberté, en chimie une réaction entre deux substances, en biologie deux espèces animales coexistantes. Ces systèmes peuvent être représentés par deux équations différentielles simultanées :

$$\text{(A)} \qquad \frac{dx}{dt} = P(x, y); \qquad \frac{dy}{dt} = Q(x, y).$$

On sait que les solutions stationnaires d'un tel système peuvent être de deux espèces : soit constantes, soit périodiques en t. Exigeons, en nous basant sur l'étude des phénomènes de ce genre effectivement observés, que les mouvements périodiques que nous considérons soient stables, par rap-

---

(1) Eddington, *The internal constitution of stars*, p. 200 (Cambridge, 1926).

(2) Lord Rayleigh, *The theory of sound*, London, 1, 1894, p. 212.

(3) Voir par exemple van der Pol, *Phil. Mag.*, 7e série, 2, 1926, p. 978.

(4) Voir par exemple Kremann, *Die periodischen Erscheinungen in der Chemie*, p. 124 (Stuttgart, 1913).

(5) Lotka, *Elements of physical biology*, p. 88 (Baltimore, 1925). Voir aussi les récentes recherches de M. Volterra.

port à des variations arbitraires suffisamment petites : 1° des conditions initiales ([1]); 2° des seconds membres des équations (A) ([2]).

On peut facilement montrer qu'aux mouvements périodiques satisfaisant à ces conditions correspondent, sur le plan xy, des courbes fermées *isolées*, dont s'approchent en spirales, de l'intérieur et de l'extérieur (pour t croissant), les solutions voisines. Il en résulte que *les auto-oscillations qui naissent dans les systèmes caractérisés par des équations du type* (A) *correspondent mathématiquement aux cycles limites stables de Poincaré* ([3]).

Il est donc clair que la période et l'amplitude des oscillations stationnaires ne dépendent pas des conditions initiales. La discussion des équations différentielles se rapportant aux cas réels montre qu'elles possèdent en effet des cycles limites, qui définissent les mouvements stationnaires.

3. La théorie générale ([4]) des courbes intégrales des équations du type (A) permet dans de nombreux cas d'étudier qualitativement ces équations et de tirer des conclusions quant à l'existence, au nombre et à la stabilité des cycles limites. La solution quantitative du problème, qui consiste à exprimer x et y en fonction du temps, ne peut être obtenue aisément que dans le cas des petites valeurs du paramètre ([5]). Considérons à titre d'exemple ([6]) un cas particulier des équations (A)

$$(\mathrm{B}) \qquad \frac{dx}{dt} = y + \mu f(x, y; \mu) \qquad \frac{dy}{dt} = -x + \mu g(x, y; \mu),$$

où μ est un paramètre réel que nous pouvons choisir suffisamment petit. Lorsque $\mu = 0$ les équations (B) ont une solution $x = \mathrm{R}\cos t, y = -\mathrm{R}\sin t$; les courbes intégrales forment, sur le plan xy, une famille de circonférences. En se servant des méthodes de Poincaré, on voit qu'au cas $\mu \neq 0$ suffisamment petit, il ne reste en général sur le plan xy que des courbes fermées isolées, proches de circonférences de rayons déterminées par l'équation

$$(\mathrm{C}) \qquad \int_0^{2\pi} [f(\mathrm{R}\cos\xi, -\mathrm{R}\sin\xi; 0)\cos\xi - g(\mathrm{R}\cos\xi, -\mathrm{R}\sin\xi; 0)\sin\xi]\, d\xi = 0.$$

([1]) Voir Liapounow, *Problème général de la stabilité du mouvement* (*Ann. de la Faculté des Sciences de Toulouse*, 9, 1907, p. 209).

([2]) Voir Bieberbach, *Differentialgleichungen*, p. 68 (Berlin, 1926).

([3]) Poincaré, *Œuvres*, 1, p. 53 (Paris, 1928).

([4]) Poincaré, *loc. cit.* — Bendixson, *Acta mathematica*, 24, 1900, p. 1.

([5]) Poincaré, *Les méthodes nouvelles de la mécanique céleste*, 1, p. 89 (Paris, 1892).

([6]) Ce cas présente un grand intérêt physique; on peut y réduire les auto-oscillations dites sinusoïdales dans les systèmes à un degré de liberté : oscillateur à triode, etc.

Ces courbes fermées correspondent à des mouvements stationnaires stables au cas où est remplie la condition

$$\text{(D)} \qquad \int_0^{2\pi} [f'_x(R\cos\xi;\ -R\sin\xi;\ o) + g'_y(R\cos\xi,\ -R\sin\xi;\ o)]\, d\xi < o.$$

La correction à apporter à la période primitive 2π et les expressions de x et y s'obtiennent sous forme de séries ordonnées suivant les puissances de μ et convergentes pour les valeurs suffisamment petites de μ.

4. Ainsi la théorie des auto-oscillations, où l'on se servait jusqu'à présent presque exclusivement de méthodes non rigoureuses, reçoit, du moins dans le cas le plus simple, une base mathématique solide.

Les auto-oscillations électriques sont les plus accessibles à l'étude expérimentale. Il est certain qu'une série de phénomènes caractéristiques accompagnant ces oscillations (¹) doit se retrouver dans les systèmes auto-oscillatoires, mécaniques ou chimiques.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une méthode d'intégration des équations de Monge.* Note (²) de M. **A. Tsortsis**, transmise par M. Goursat.

1. On doit à M. Goursat (³) une méthode élégante pour l'intégration d'un système de Monge de la forme

$$(1) \qquad f_i(x_1, \ldots, x_{n+1};\ dx_1, \ldots, dx_{n+1}) = o \qquad (i = 1, \ldots, n-1).$$

J'ai cherché à utiliser cette méthode pour l'intégration d'une équation de Monge. M. Zervos (⁴) s'est occupé de cette question mais seulement pour un cas particulier. Je suis parvenu à obtenir les résultats suivants :

2. Soit donnée une équation de Monge de la forme

$$(2) \qquad f\left(x_1, \ldots, x_n;\ \frac{dx_2}{dx_1}, \ldots, \frac{dx_n}{dx_1}\right) = \frac{dx_{n+1}}{dx_1}.$$

(¹) Par exemple le phénomène que les Allemands appellent *Mitnehmen* (voir H. Barkhausen, *Elektronen-Röhren*, 3, p. 32 (Leipzig, 1929).

(²) Séance du 16 septembre 1929.

(³) *Bulletin de la Société mathématique de France*, 33, 1905, p. 201.

(⁴) *Comptes rendus*, 146, 1908, p. 1080.

En joignant à cette équation $n-2$ équations de la forme

$$\frac{dx_\lambda}{dx_1} = \varphi_\lambda\left(x_1, \ldots, x_n; \frac{dx_2}{dx_1}\right) \qquad (\lambda = 3, \ldots, n), \tag{3}$$

on obtient un système de la forme (1).

Si l'on suppose que les fonctions φ_λ remplissent la condition

$$\Delta \equiv \left\| \frac{\partial^\rho \varphi_3}{\partial a^\rho}, \ldots, \frac{\partial^\rho \varphi_n}{\partial a^\rho} \right\| \neq 0 \qquad (\rho = 2, \ldots, n-1),$$

où l'on a posé $\frac{dx_2}{dx_1} = a$, en appliquant la méthode de M. Goursat sur le système (2), (3), on arrive au système de la forme

$$p_i - \psi_i\left(x_1, \ldots, x_n, a; \varphi_3, \ldots, \varphi_n; \frac{\partial \varphi_3}{\partial a}, \ldots, \frac{\partial \varphi_n}{\partial a}; \ldots, \frac{\partial^{n-1} \varphi_3}{\partial a^{n-1}}, \ldots, \frac{\partial^{n-1} \varphi_n}{\partial a^{n-1}}\right) = 0 \tag{4}$$
$$(i = 1, \ldots, n).$$

On y remarque que si, pour les parenthèses des premiers membres des (4), on a identiquement

$$(p_i - \psi_i, p_k - \psi_k) = 0 \qquad (i \neq k = 1, \ldots, n), \tag{5}$$

où a est regardé comme une constante, le système de $n-1$ équations simultanées du premier ordre qui résulte par l'élimination du paramètre a entre les équations (4) est en involution. C'est une conséquence immédiate des propriétés des systèmes en involution.

Les relations (5) peuvent s'écrire

$$\frac{d\psi_i}{dx_k} = \frac{d\psi_k}{dx_i} \qquad (i \neq k = 1, \ldots, n), \tag{6}$$

où l'on a posé

$$\frac{d\psi}{dx} \equiv \frac{\partial \psi}{\partial x} + \sum_{\mu=3}^{n} \frac{\partial \psi}{\partial \varphi_\mu} \frac{\partial \varphi_\mu}{\partial x} + \sum_{\rho_1=1}^{n-1} \sum_{\mu=3}^{n} \frac{\partial \psi}{\partial\left(\frac{\partial^{\rho_1} \varphi_\mu}{\partial a^{\rho_1}}\right)} \frac{\partial^{\rho_1+1} \varphi_\mu}{\partial a^{\rho_1} \partial x}.$$

On en conclut que, *si les fonctions* φ_λ *remplissent les conditions* (6), *on peut obtenir l'intégrale, comme nous l'entendons, de l'équation* (2) *en appliquant la méthode de M. Goursat au système de Monge* (2), (3).

3. Pour préciser ce qui précède prenons l'équation de Monge

$$f\left(x_1, \frac{dx_2}{dx_1}, \ldots, \frac{dx_n}{dx_1}\right) = \frac{dx_{n+1}}{dx_1}, \tag{7}$$

étudiée par M. Zervos.

Si les équations adjointes (3) sont de la forme

$$(8) \qquad \frac{dx_\lambda}{dx_1} = \varphi_\lambda\left(x_1, \frac{dx_2}{dx_1}\right) \qquad (\lambda = 3, \ldots, n),$$

les conditions (6) se réduisent aux suivantes :

$$\frac{d\psi_j}{dx_1} = 0 \qquad (j = 2, \ldots, n);$$

et vu les valeurs des ψ_j, on en déduit

$$(9) \qquad \frac{d}{dx_1}\left(\frac{df}{da} - \sum_{\mu=3}^{n} \frac{\partial\varphi_\mu}{\partial a} \frac{A_\mu}{\Delta}\right) = 0, \qquad \frac{d}{dx_1}\left(\frac{A_\lambda}{\Delta}\right) = 0 \qquad (\lambda = 3, \ldots, n),$$

où A_λ sont les déterminants qu'on obtient, en remplaçant les éléments de chaque colonne de Δ successivement par les quantités

$$\frac{d^2 f}{da^2}, \ldots, \frac{d^{n-1}}{da^{n-1}} \qquad \text{avec} \qquad \frac{df}{da} \equiv \frac{\partial f}{\partial a} + \sum_{\mu=3}^{n} \frac{\partial f}{\partial \varphi_\mu} \frac{\partial \varphi_\mu}{\partial a}.$$

Si l'on suppose que les fonctions φ_λ ne contiennent pas la variable x_1, alors nos équations (9) comprennent comme cas particulier la condition donnée par M. Zervos dans la Note citée.

4. On doit remarquer que, pour une équation de Monge de la forme générale

$$f\left(x_1, \ldots, x_{n+1}; \frac{dx_2}{dx_1}, \ldots, \frac{dx_n}{dx_1}\right) = \frac{dx_{n+1}}{dx_1},$$

il suffit de faire une remarque analogue à celle dn paragraphe 2 en supposant que les fonctions ψ contiennent la fonction inconnue x_{n+1}.

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Généralisation du théorème des moments des quantités de mouvement.* Note de M. **Victor Vâlcovici**, transmise par M. Appell.

En reprenant les deux trièdres mobiles T_1 et T_2 et les notations employées dans une Note précédente (¹) on aura

$$\bar{r}_1 = \bar{r} + \bar{r}_2,$$
$$\bar{\rho}_1 = \bar{u} + \bar{\rho}_2.$$

(¹) *Généralisation du théorème de Kœnig* (*Comptes rendus*, 188, 1929, p. 769).

Une multiplication vectorielle entre ces deux relations suivie d'une sommation par rapport aux points du système (S) considéré donne

$$(1) \qquad \overline{K}_1 = \overline{K}_2 + M\bar{r} \times \bar{r} + M\bar{r} \times \bar{\rho}_2 + M\bar{\rho}_2 \times \bar{r} + \Sigma m \bar{r}_2 \times (\bar{\omega} \times \bar{r}_2),$$

$\overline{K}_1$ étant la somme des moments des quantités du mouvement du système (S) dans son mouvement par rapport à T_1. En y faisant $\bar{\omega} = 0$, $\bar{\rho}_2 = 0$, on retrouve une formule bien connue [1]

$$(2) \qquad \overline{K}_1 = \overline{K}_2 + M\bar{r} \times \bar{r},$$

pour le cas particulier où O_2 se confond avec le centre de gravité de (S) et T_2 n'a qu'une simple translation par rapport à T_1. La formule (1) peut être regardée comme une généralisation de celle-ci. Elle nous met en évidence la condition qu'un trièdre T_2 devrait remplir pour que la relation (2) existe. Si en particulier T_2 est dépourvu de rotation $(\bar{\omega} = 0)$ alors cette condition devient

$$(\bar{r} - \bar{\rho}_2) \times M\bar{r} = \bar{r} \times M\bar{\rho}_1,$$

c'est-à-dire que la relation (2) existe si *le moment par rapport à* O_1 *de la quantité de mouvement de la masse totale concentrée en* O_2 *augmenté de son moment par rapport au centre de gravité est égal au moment par rapport à* O_1 *de la quantité de mouvement de la même masse concentrée en* O_2 *animée de la vitesse du centre de gravité par rapport à* T_1.

2. Essayons maintenant de trouver ce que devient le théorème des moments des quantités de mouvement par rapport à T_1 lorsqu'on remplace $\overline{K}_1$ par sa valeur (1). On obtient

$$(3) \qquad \overline{K}_2 + M\bar{\rho}_2 \times \bar{r} + \frac{d}{dt} \Sigma m \bar{r}_2 \times (\bar{\omega} \times \bar{r}_2) = \Sigma \bar{r}_2 \times \overline{F},$$

$\overline{F}$ étant les forces extérieures du système. La relation (3) généralise le théorème des moments dans le mouvement relatif autour du centre de gravité [2]

$$(4) \qquad \overline{K}_2 = \Sigma \bar{r}_2 \times \overline{F}.$$

De (3) on peut tirer la condition que T_2 devrait remplir pour que la relation (4) ait lieu.

---

(1) Voir par exemple P. Appell, *Traité de Mécanique rationnelle*, 2, 4e édition, p. 49, formule (2).

(2) P. Appell, *loc. cit.*, n° 350.

Si en particulier O_2 coïncide avec le centre de gravité, alors cette condition devient

$$\Sigma \bar{r}_2 \times (m \bar{\omega} \times \bar{r}_2) = \text{const.},$$

c'est-à-dire que *la somme des moments par rapport à O_2 des quantités de mouvement relativement à la vitesse de rotation d'entraînement doit être un vecteur constant.*

Remarquons enfin, d'après la formule (1), que si ce dernier vecteur est nul, alors la relation (2) sera également satisfaite.

Si par contre O_2 ne coïncide pas avec le centre de gravité, mais si la rotation du trièdre T_2 est nulle, alors on retombe sur un théorème que nous avons déjà établi ([1]).

Le développement de cette Note paraîtra ailleurs.

ÉLASTICITÉ. — *Sur une formule généralisant l'intégrale de Cauchy et sur les équations de l'élasticité plane.* Note ([2]) de M. **N. Théodoresco**, présentée par M. L. Lecornu.

En 1912, M. D. Pompeiu a donné ([3]) une formule qui comprend l'intégrale de Cauchy comme cas particulier. Voici cette formule :

$$(1) \qquad f(z) = \frac{1}{2i\pi}\int_C \frac{f(u)}{u-z}\,du - \frac{1}{\pi}\int\int_D \frac{f_1(v)}{v-z}\,d\omega,$$

où $f(z)$ est une fonction de variable complexe (sens général) définie à l'intérieur d'un contour simple fermé C (frontière comprise); u un point (variable complexe) qui décrit le contour; v un point qui parcourt tout l'intérieur du domaine D; $d\omega$ l'élément d'aire dans le domaine D; $f_1(z)$ la dérivée aréolaire de $f(z)$ dans D.

Dans ce qui suit, je me propose de montrer comment on peut utiliser la formule (1) pour l'intégration des équations de l'équilibre élastique, dans le cas d'une figure plane.

([1]) *Sur le théorème des moments des quantités de mouvement* (*Comptes rendus*, **160**, 1915, p. 334).

([2]) Séance du 7 octobre 1929.

([3]) Voir les Mémoires fondamentaux de M. Pompeiu dans les *Rendiconti del Circolo math. di Palermo*, **33**, 1912, p. 108, 112, et **35**, 1913, p. 277.

On peut consulter aussi la Thèse de M. Calugaréano (soutenue le 6 novembre 1928 à la Faculté des Sciences de Paris).

Nous nous plaçons dans le cas d'un milieu élastique homogène et isotrope à deux dimensions, simplement connexe.

Les équations d'équilibre pour une telle figure sont

$$\Delta u + \xi \frac{\partial \theta}{\partial x} = 2\nu X,$$
$$\Delta v + \xi \frac{\partial \theta}{\partial y} = 2\nu Y,$$

où

$$\nu = -\frac{\rho}{2\mu}, \qquad \mu \neq 0 \qquad \text{et} \qquad \xi = \frac{\lambda}{\mu} + 1.$$

En introduisant les fonctions

$$\theta = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y}, \qquad \theta_2 = \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y},$$

le système devient, en ajoutant et retranchant respectivement dans ces deux équations, $\frac{\partial^2 v}{\partial x\, \partial y}$, $\frac{\partial x\, \partial y}{\partial^2 u}$:

$$(2) \qquad \begin{cases} (1+\xi)\dfrac{\partial \theta}{\partial x} - \dfrac{\partial \theta_2}{\partial y} = 2\nu X, \\ (1+\xi)\dfrac{\partial \theta}{\partial y} + \dfrac{\partial \theta_2}{\partial x} = 2\nu Y. \end{cases}$$

Notons ensuite $(1+\xi)\theta = \theta_1$; on obtient

$$\frac{\partial \theta_1}{\partial x} - \frac{\partial \theta_2}{\partial y} = 2\nu X, \qquad \frac{\partial \theta_1}{\partial y} + \frac{\partial \theta_2}{\partial x} = 2\nu Y.$$

Sous cette forme, on voit que la fonction $f = \theta_1 + i\theta_2$ de la variable complexe $z = x + iy$ a pour dérivée aréolaire la fonction $\nu(X + iY)$ et alors on peut utiliser la formule (1) :

$$f(z) = \frac{1}{2i\pi}\int_C \frac{f(u)}{u - z}\, du - \frac{1}{\pi}\int\int_D \frac{\nu(X + iY)}{v - z}\, d\omega.$$

les intégrales étant étendues : la première au contour C, la seconde au domaine D tout entier.

Supposons données les valeurs de f sur C, ce qui revient à donner les valeurs de θ_1, ou de θ_2 seulement (ce qu'on peut établir rigoureusement). Alors $f(z)$ est déterminée (à une constante près) dans tout le domaine D, donc on connaît aussi θ_1 et θ_2.

Maintenant le système

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = \frac{\theta_1}{1+\xi} \qquad \text{(fonction connue)},$$

$$\frac{\partial v}{\partial y} - \frac{\partial u}{\partial x} = \theta_2 \qquad \text{(fonction connue)}$$

nous fera connaître la fonction $\varphi = v + iu$, dont la dérivée aréolaire est

$$\frac{1}{2}\left[\theta_2 + i\frac{\theta_1}{1+\xi}\right].$$

La même formule (1) donne ([1])

$$\varphi(z) = \frac{1}{2i\pi}\int_C \frac{\varphi(u)}{u-z}\,du - \frac{1}{\pi}\int\int_D \frac{\frac{1}{2}\left[\theta_2 + i\frac{\theta_1}{1+\xi}\right]}{v-z}\,d\omega.$$

La connaissance des valeurs de φ sur C, ce qui revient à donner u ou v seulement, est suffisante pour qu'elle soit déterminée (à une constante près) à l'intérieur de C.

Le problème admet ainsi une solution. Elle est unique (sauf dans le cas où $\xi = -1$), comme on peut le voir de la façon suivante :

Considérons le problème avec les données sur le contour,

$$u = 0, \quad v = 0; \quad \theta = 0, \quad \theta_2 = 0,$$

et aussi supposons l'absence des forces intérieures. C'est l'état naturel du système.

Il en résulte évidemment $u \equiv 0$, $v \equiv 0$ dans tout le domaine.

On peut montrer aussi, puisque $X \equiv 0$, $Y \equiv 0$, que la fonction f a la dérivée aréolaire nulle. Elle est donc holomorphe. Mais ses valeurs sur C étant nulles, elle est alors identiquement nulle, ce qui revient à $\theta \equiv 0$, $\theta_2 \equiv 0$. La fonction φ a donc sa dérivée aréolaire nulle. Elle est holomorphe et étant nulle sur C, elle est identiquement nulle dans tout le domaine; donc $u \equiv 0$, $v \equiv 0$.

L'unicité est assurée, par un raisonnement facile, dans le cas général, avec les données sur le contour, considérées ci-dessus.

([1]) Voir aussi dans une Note de M. Pompeiu, dans les *Comptes rendus*, 187, 1928, p. 1121, une application au principe de d'Alembert.

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *A propos de l'étude du mouvement plan irrotationnel des fluides incompressibles en régime permanent.* Note de M. **André Argand**.

Prenons comme variables les longueurs d'arcs s et a du filet fluide et de sa courbe orthogonale, comptés positivement dans les sens de l'écoulement et de la normale principale. En un point du plan, R et R′ désignent les rayons de courbure correspondants (avec les conventions habituelles, on a

$$R > 0,$$

puis $R' > 0$ si le filet est divergent et $R' < 0$ s'il est convergent); θ désignera l'inclinaison du filet sur une direction fixe et V la vitesse.

Soit un point voisin, correspondant à $(\theta + d\theta, V + dV)$; si le fluide est incompressible, l'équation de continuité s'écrit

$$\frac{\partial V}{\partial s} + \frac{V}{R'} = 0.$$

Le mouvement étant irrotationnel, le tourbillon s'annule :

$$\frac{\partial V}{\partial a} - \frac{V}{R} = 0.$$

Or

$$dV = \frac{\partial V}{\partial a}\,da + \frac{\partial V}{\partial s}\,ds = V\left(\frac{da}{R} - \frac{ds}{R'}\right),$$

$$\frac{dV}{V} = d\log V = \frac{da}{R} - \frac{ds}{R'}.$$

Cette formule fait apparaître les influences respectives, sur la vitesse, des déplacements le long du filet et de son orthogonale et amène naturellement la suivante

$$d\theta = \frac{ds}{R} + \frac{da}{R'},$$

pour définir la déviation correspondante obtenue en parcourant le même chemin.

Concurremment utilisées, ces deux expressions se prêtent à la démonstration élégante de diverses propriétés d'écoulement. Par exemple nous allons aisément faire voir que l'ensemble des courbes iso-vitesses et des iso-inclinaisons forme un réseau isotherme (ou isométrique) :

1° Ces deux systèmes de courbes sont orthogonaux (résultat bien connu) : le long d'une iso-vitesse, en effet, la vitesse est constante, et l'on a

$$\frac{dV}{V} = 0 = \frac{da}{R} - \frac{ds}{R'},$$

(I) $$\frac{da}{ds} = \frac{R}{R'},$$

le long d'une iso-inclinaison et en partant du même point

$$\theta = \text{const.},$$

$$d\theta = 0 = \frac{da}{R'} + \frac{ds}{R},$$

(II) $$\frac{da}{ds} = -\frac{R'}{R}.$$

Le produit des coefficients angulaires (I) et (II) est égal à -1.

2° Le réseau est isotherme, c'est-à-dire formé d'une infinité de petit carrés.

Si nous nous déplaçons en effet sur une iso-vitesse de telle manière que

$$d \log V = \frac{dV}{V} = K,$$

on aura

$$\frac{da}{R} - \frac{ds}{R'} = K,$$

tandis que

$$\frac{da}{R'} + \frac{ds}{R} = 0.$$

Il viendra donc

(III) $$da^2 + ds^2 = \frac{K^2}{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{R'^2}}.$$

Le long d'une iso-inclinaison et en partant du même point, un déplacement tel que

$$d\theta = K$$

donne

$$\frac{da}{R} - \frac{ds}{R'} = K,$$

tandis que

$$\frac{da}{R'} + \frac{ds}{R} = 0;$$

par conséquent on aura

$$(IV)\qquad da^2 + ds^2 = \frac{K^2}{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{R'^2}}.$$

Les seconds membres des expressions (III) et (IV) sont égaux,

C. Q. F. D.

Expérimentalement en ce qui concerne l'hydrodynamique, l'orthogonalité de ces deux réseaux a été constatée par M. C. Ledoux dans sa thèse (cf. C. Ledoux, *Bulletin de la Société Hydrotechnique de France*, 41, 1929, p. 453 et 473 H).

Les travaux des savants anglais MM. Bryant et Williams, publiés dans les *Philosophical Transactions of the Royal Society*, A, 225, 1925, p. 199, vérifient pleinement ces deux résultats en aérodynamique.

MÉCANIQUE. — *Sur le calcul des traverses en béton armé.* Note de M. **Marcel Prot**, présentée par M. Mesnager.

Un certain nombre d'auteurs préoccupés de rechercher une méthode de calcul qui permette d'étudier la stabilité de poutres posées sur le sol, telles que les rails et les traverses de chemin de fer, ont considéré ces poutres comme posées sur une succession d'appuis élastiques infiniment étroits et infiniment rapprochés.

Les équations d'équilibre sont alors données par l'intégration de l'équation du quatrième ordre,

$$\frac{d^4 y}{dx^4} = -ky.$$

La solution générale est de la forme

$$y = e^{\alpha x}(A\cos\alpha x + B\sin\alpha x) + e^{-\alpha x}(C\cos\alpha x + D\sin\alpha x),$$

les constantes se déterminant en écrivant les conditions aux limites pour chaque tronçon où ne se trouve aucune discontinuité.

Les résultats obtenus donnent, qualitativement du moins, une représentation assez exacte des phénomènes réellement observés.

La méthode s'est toutefois montrée incorrecte pour le calcul des traverses en béton armé et certaines traverses, qui selon ce calcul auraient dû résister, en fait ne tiennent pas et se fissurent si l'on ne prend soin de les débourrer en leur milieu.

C'est qu'en effet l'hypothèse faite n'est pas complètement exacte. S'il est vrai que le sol se déforme d'une façon sensiblement élastique lorsque les pressions qui lui sont imprimées sont faibles et lorsqu'il est pressé par une surface étendue, il n'en est pas de même lorsque les pressions sont un peu élevées et lorsque la surface d'appui est petite surtout lorsqu'il s'agit, comme dans le cas qui nous occupe, d'un sol exposé à des alternatives de sécheresse et d'humidité, délavé par les pluies et soumis par surcroît à des efforts fréquemment répétés.

Le sol prend alors peu à peu des déformations permanentes, plus accusées — il est naturel de le penser — dans les régions où les pressions sont les plus fortes, ce qui tend à conduire vers un état dans lequel les réactions du sol seraient sensiblement uniformes. On aurait alors, sinon un état stable, du moins une sorte d'état de régime, le sol n'ayant pas — si on le suppose homogène — de raison de se déformer davantage en un endroit plutôt qu'en un autre.

La traverse tend donc à se « débourrer » dans les régions où initialement elle exerce la pression la plus forte, c'est-à-dire vers les bouts pour une traverse de $2^{m},40$. C'est ce qui correspond à la réalité.

On peut objecter, il est vrai, que le sol, s'il est initialement homogène, ne l'est plus après déformation et que sa réaction finale peut être un peu plus grande dans les régions où il a été fortement tassé.

Mais il faut remarquer d'autre part que, dans les régions où le sol prend une déformation permanente, la traverse « décolle »; il se produit alors un battement à chaque mise en charge et un effet de pilonnage qui tend à accroître le débourrage.

On a donc, semble-t-il, une hypothèse plus voisine de la réalité en supposant que les réactions du sol sont uniformes au lieu de considérer celles qui résultent de l'équation du quatrième ordre écrite plus haut et qui peuvent être notablement différentes.

Cette hypothèse paraît rendre compte des mécomptes rencontrés dans l'emploi des traverses en béton armé du type prismatique.

AVIATION. — *Guidage magnétique des aéronefs et aérodromes de sécurité.* Note de M. **William Loth**, présentée par M. L. Lecornu.

M. l'amiral Fournier a déjà exposé en décembre 1921 ([1]) et novembre 1922 ([2]) notre méthode de guidage électromagnétique des aéronefs au moyen d'un câble parcouru par un courant alternatif à fréquence musicale. La présente Note a pour objet, d'une part, des perfectionnements fondamentaux de cette méthode et, d'autre part, son application à la signalisation des aérodromes pour permettre d'atteindre ceux-ci et d'y atterrir par mauvaise visibilité. Supposons que la ligne de guidage soit alimentée par un courant de fréquence assez élevée (10000 périodes environ) pour permettre une réception sur antenne aussi bien qu'une réception sur cadre. Il est alors possible, en se servant de la réception antenne-cadre (utilisée pour lever l'incertitude de 180° dans l'écoute des radiophares), de connaître le côté de la ligne si le cadre est horizontal. D'autre part, si la ligne de guidage vibre en antenne il n'y aura pas de courant de retour et son champ sera circulaire, ce qui permettra à l'avion connaissant sa hauteur, de trouver la distance à laquelle il se trouve de la ligne. En pratique une commutation sera nécessaire à la réception pour rechercher la combinaison antenne-cadre donnant la plus faible audition et en déduire le côté où l'on se trouve par rapport au câble. Si la ligne au lieu de former antenne forme cadre, c'est-à-dire est constituée par deux lignes parallèles bouclées l'une sur l'autre, il sera possible de faire la commutation, non plus à la réception, mais à l'émission. Cette commutation se fera dans un sens pendant la durée d'un trait et dans l'autre sens pendant la durée d'un point. L'observateur pour une combinaison donnée et fixe de son appareil récepteur entendra donc des traits d'un côté de la ligne et des points de l'autre côté.

Aérodrome de sécurité. — Si l'on entoure un aérodrome par une ligne circulaire sur poteaux, située hors de la zone où les avions atterrissent il sera possible pour un observateur situé dans un aéronef se déplaçant dans un rayon de quelques dizaines de kilomètres de l'aérodrome d'avoir les indications suivantes avec la réception cadre-antennes : 1° direction du centre de l'aérodrome; 2° position par rapport à l'aérodrome (extérieur ou intérieur); 3° au moment de l'atterrissage, proximité du sol. Pour cela, on

([1]) *Comptes rendus*, 173, 1921, p. 1152.
([2]) *Comptes rendus*, 175, 1922, p. 1013.

adoptera de préférence le montage en cadre pour la ligne entourant l'aérodrome pour pouvoir faire la commutation à l'émission. L'observateur venant de l'extérieur de l'aérodrome et y atterrissant entendra donc successivement par exemple, des traits à l'extérieur, un trait continu lorsqu'il passe au-dessus de la ligne, les points quand il est à l'intérieur de l'aérodrome, un trait continu lorsque, dans sa descente, il franchit le plan horizontal passant par le milieu du cadre formé par les lignes et en dessous des traits à nouveau.

D'autre part l'écoute sur un autre cadre, celui-ci placé verticalement dans le sens de la longueur de l'avion, lui permettra, en recherchant le minimum d'audition, de trouver la direction du centre de l'aérodrome, ce qui lui donnera le cap à suivre pour entendre ce dernier. Dans le cas où, connaissant cette direction il y aurait pour lui incertitude sur le sens de la route à suivre il dispose du système antenne-cadre pour lever l'indétermination de 180°, comme il est connu depuis longtemps. Afin d'éviter les collisions à l'atterrissage, nous proposons de diviser l'aérodrome en huit secteurs égaux servant les uns d'envol, les autres d'atterrissage placés alternativement dans la circonférence de l'aérodrome. Cette disposition étant reproduite sur la rose des vents l'aviateur verra immédiatement si le cap qu'il a choisi après écoute sur cadre est situé sur un secteur de sa rose des vents correspondant à un secteur où l'atterrissage est permis. De plus les indications télégraphiques ordinaires permettront de donner au pilote volant dans le voisinage de la direction du vent dominant, ainsi que la pression atmosphérique dans l'aérodrome, pour lui permettre d'une part de choisir le secteur le plus favorable, d'autre part de corriger son altimètre pour connaître exactement sa hauteur.

En résumé, un aérodrome étant équipé comme décrit ci-dessus, un pilote muni des appareils de réception convenables pourra, sans visibilité, percevoir cet aérodrome à grande distance (plus de 30^{km}), savoir s'il est à l'extérieur, choisir le secteur vers lequel il doit se diriger, connaître son passage au-dessus de la ligne ceinturant l'aérodrome, savoir ensuite très exactement s'il est à l'intérieur de celui-ci, c'est-à-dire au-dessus d'un terrain favorable à l'atterrisage et enfin avoir une idée nette du moment où il va toucher le sol, ce qui lui permet de parfaire sa manœuvre. En combinant le système des routes météorologiques de l'air indiqué d'autre part avec cet aérodrome isotrope de sécurité, on conçoit qu'il est possible pour un avion de partir d'un aérodrome et d'y atterrir même par mauvaise visibilité avec une sécurité inconnue jusqu'à ce jour.

SPECTROSCOPIE. — *Sur le spectre d'absorption de l'oxyde azotique.* Note de M. **Maurice Lambrey**, présentée par M. C. Fabry.

Notations. — Considérons un gaz enfermé sous la pression p dans un tube de longueur l, et un faisceau cylindrique de lumière monochromatique qui le traverse. Soient I_0 watt-cm² le flux incident, et I le flux émergent. Nous désignerons sous le nom de densité optique de la couche gazeuse l'expression $d = \log \frac{I_0}{I}$, et sous le nom de coefficient d'absorption l'expression $\alpha = \frac{d}{pl}$.

Il est en général implicitement admis, et quelquefois vérifié expérimentalement, que α est en première approximation une constante, de sorte que la densité optique ne dépend sensiblement que de la masse de gaz traversée.

Cas de l'oxyde azotique. Influence de la pression. — L'hypothèse précédente serait grossièrement inexacte dans le cas de l'oxyde azotique. Considérons une masse constante de ce gaz contenue dans un tube de section constante dont nous faisons varier la longueur. On constate que, si l croît, d décroît très rapidement. Autrement dit, α croît en même temps que p.

L'étude de la relation entre α et p nécessite certaines précautions, à cause du pouvoir de résolution insuffisant du spectrographe. Non seulement une raie fine, observée avec une résolution insuffisante, paraît plus large, mais encore, la densité optique apparente de son maximum croît, en fonction de l ou de p, toujours moins vite que ne croît la densité optique réelle, ceci étant dû à ce que les radiations de longueur d'onde voisine de celle du maximum sont complètement ou presque complètement absorbées dès l'entrée du faisceau lumineux dans le tube.

Ce défaut de résolution est donc cause d'une variation apparente de α en fonction de p qui est en sens inverse de celle qu'il s'agit d'étudier, et qui peut la masquer complètement si l'on opère avec un tube de longueur constante étudiant d fonction de p [1].

J'ai pu échapper à cette difficulté en utilisant une série de tubes de longueur différente, cherchant pour chacun d'eux la pression pour laquelle la densité optique apparente d'un accident déterminé de la courbe d'absorption reprend une valeur déterminée.

Les mesures faites concernent essentiellement la bande $0 \rightarrow 0$ du système γ

(1) C'est à cause de cela que le phénomène qui fait l'objet de la présente Note a pu, dans un travail antérieur (*Comptes rendus*, **187**, 1928, p. 210), passer inaperçu.

de NO (λ voisin de 2265 Å). J'ai porté mon attention sur un ensemble de vingt points remarquables de la courbe donnant la densité optique apparente en fonction de la longueur d'onde. La longueur des tubes a varié entre 0,75 et 1032^{mm}. Le résultat essentiel est le suivant :

Quelle que soit la longueur d'onde étudiée, et dans les limites où elle est mesurable, la densité optique apparente se comporte comme une fonction de lp^x, x ayant la valeur $1,81 \pm 0,03$.

Admettons qu'il en soit de même pour les faibles valeurs de d, et, ce qui est la seule hypothèse raisonnable, que la densité optique réelle soit proportionnelle à l. On démontre alors sans difficulté que, pour les faibles valeurs de la densité optique réelle, celle-ci est de la forme $d = klp^{1,81}$.

Comme d'autre part je retrouve le même exposant pour tous les détails de la courbe d'absorption [minima ou maxima correspondant à des groupes de raies non résolues ([1]) et de structure réelle variable de l'une à l'autre], il semble tout à fait raisonnable d'admettre que cette loi reste vraie même pour les densités relativement élevées.

Dès lors le coefficient d'absorption est proportionnel à $p^{0,81}$.

Ce résultat montre que, *dans l'absorption de la lumière par une molécule, on doit tenir compte de l'existence des autres molécules.* Cette idée s'est déjà introduite dans un certain nombre de théories récentes ([2]).

Cependant aucun phénomène analogue à celui exposé ci-dessus ne paraît avoir été jusqu'ici signalé. J'ai pu vérifier que la même loi se retrouve pour la bande $0 \rightarrow 1$ du système γ de NO et, probablement, pour l'absorption générale qu'on observe en dehors de ces bandes.

Influence de la température. — J'ai utilisé une masse constante de gaz enfermée dans un tube de quartz qui était porté de — 80° à 300° C. J'ai constaté que la densité optique relative aux quatre maxima correspondant aux arêtes ne varie pas sensiblement, tandis que, pour les maxima éloignés des arêtes, la densité optique augmente quand la température s'élève.

Ce dernier résultat est conforme aux lois classiques relatives à l'influence de la température sur la répartition des intensités dans un spectre de bandes. Quant au fait de la non-variation de d au voisinage des arêtes, on peut y voir une compensation entre l'influence de la pression étudiée plus

---

([1]) Ceci résulte des données tirées de l'analyse des bandes γ par M. Guillery (*Z. f. Phys.*, 42, 1927, p. 121). La classification de raies publiée dans (2) est illusoire.

([2]) Holtsmark, *Z. f. Phys.*, 34, 1925, p. 722. — Mensing, *Z. f. Phys.*, 34, 1925, p. 611.

haut et l'influence de la température dont l'élévation doit ici entraîner la diminution de d.

Résonance optique moléculaire. — La bande $0 \to 0$ du système γ de NO constitue la bande de résonance de cette molécule au même titre que la radiation 2537 Å constitue la raie de résonance de l'atome de mercure. On pouvait se demander si le phénomène de diffusion sélective observé pour cette raie existe pour la bande étudiée de NO. Le résultat de l'expérience a été négatif.

Données quantitatives relatives à l'absorption. — Voici, avec une précision qu'il est difficile d'évaluer, et qui est sans doute assez grossière, les valeurs apparentes de $k = \frac{d}{lp^{1,81}}$ calculées pour quelques longueurs d'onde lorsque la densité optique apparente est 0,15 (spectrographe séparant dans cette région environ 0,02 Å pression en millimètres de mercure, longueur en centimètres) :

					k.
2261,5	maximum maximorum de	$0 \to 0$	du système	γ......	$0{,}96.10^{-3}$
2141,25	»	$0 \to 1$	»	γ......	$1{,}14.10^{-3}$
2361,7	»	$1 \to 0$	»	γ......	$4,\ 4.10^{-3}$
2104,0	»	$0 \to 2$	»	β......	$1{,}75.10^{-5}$

CHIMIE PHYSIQUE. — *Limite de solubilité du cuivre dans les ferronickels réversibles.* Note (¹) de M. **P. Chevenard**, transmise par M. H. Le Chatelier.

Le cuivre à l'état solide est miscible en toutes proportions avec le nickel, mais il est peu soluble dans le fer γ (²). Il forme donc des solutions solides limitées avec les ferronickels réversibles suffisamment riches en fer.

Cette lacune de miscibilité ne paraît avoir été étudiée que par l'analyse thermique et la micrographie (³). Je me propose de montrer comment la méthode dilatométrique a permis de tracer avec précision la frontière du domaine à deux phases, dans le diagramme « fer-γ-nickel-cuivre ». Ces expériences ont été effectuées au laboratoire de la Société de Commentry-Fourchambault et Decazeville, à Imphy.

(¹) Séance du 9 septembre 1929.

(²) R. Ruer et P. Goerens, *Das System Eisen-Kupfer* (*Ferrum*, 14, 1916-1917), p. 49).

(³) N. Parravano, *Equilibri nei sistemi quaternari.* — VI. *Le leghe quaternarie di ferro-nichel-manganese-rame* (*Gazzetta Chimica Italiana*, 42, II, 1912, p. 590).

Si, à un alliage fer-nickel considéré à son état stable à chaud, on ajoute des quantités croissantes de cuivre, ce métal entre d'abord en solution pour donner une austénite ternaire. On observe alors les effets habituels des additions solubles dans les ferronickels : le point de transformation allotropique au refroidissement Ar des alliages riches en fer s'abaisse; le point de Curie des alliages réversibles ferromagnétiques se déplace; les anomalies de dilatation, d'élasticité, etc., corrélatives de la transformation magnétique, ont leur amplitude diminuée.

Au delà d'une certaine proportion de cuivre, la courbe enregistrée, tracée par le dilatomètre différentiel, accuse une singularité nouvelle S, imparfaitement réversible, dont la figure 1 donne un exemple. Le micro-

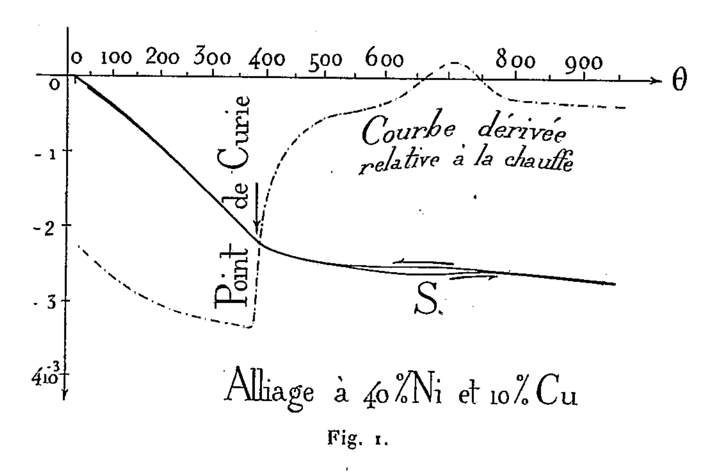


Fig. 1.

scope révèle alors, dans l'austénite, un second constituant riche en cuivre. Celui-ci disparaît quand l'alliage, chauffé au-dessus de la fin de la singularité S, est trempé énergiquement. La singularité S traduit donc la mise en solution réciproque des deux constituants durant la chauffe, ou leur précipitation au cours du refroidissement.

La méthode dilatométrique, dont la sensibilité est la même pour les refroidissements très lents ou très rapides, permet d'étudier les modalités de cette réaction monovariante biphasée : températures remarquables, intensité, vitesse, hystérésis. En s'aidant des courbes dérivées, dont la construction est sûre, grâce à la netteté des tracés dilatométriques, on décèle la plus petite singularité S. Ainsi, dans une série d'alliages renfermant par exemple une même teneur en nickel, on peut apprécier la limite de solubilité du cuivre, et cela bien plus nettement que par la micrographie.

C'est ainsi qu'ont été déterminés les points A, B, C, D, E, F de la figure 2. Le point G, obtenu par extrapolation d'une ligne du diagramme

fer-cuivre tracé par Ruer et Goerens, représenterait la limite de solubilité du cuivre dans le fer γ à température ordinaire, si, dans ces conditions, les austénites fer-cuivre pouvaient exister. Tous ces points se disposent sur une courbe d'allure régulière ABCDEF qui représente, pour les températures voisines de l'ambiante, la frontière du domaine à deux phases dans le

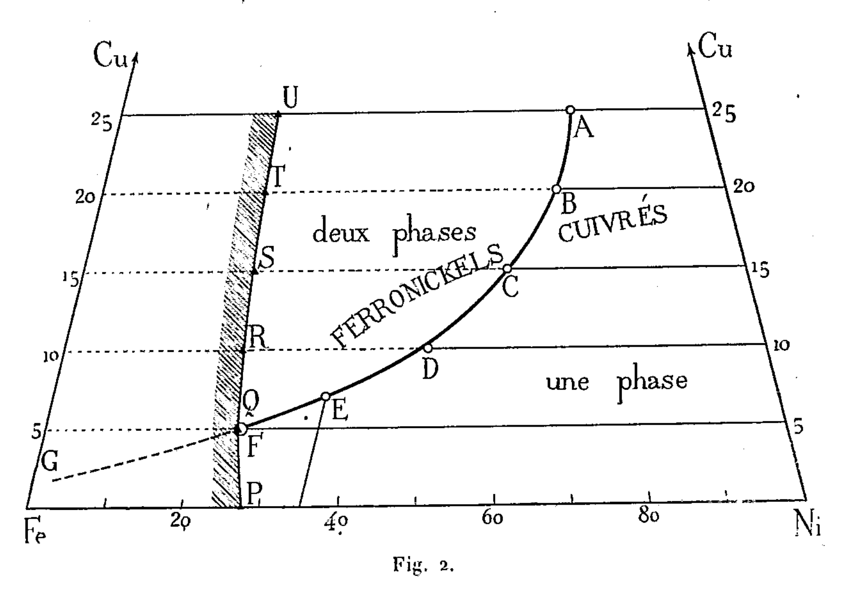


Fig. 2.

champ des ferronickels cuivrés réversibles : ce champ s'étend à droite de la ligne PQRSTU, lieu des points des alliages dont la transformation allotropique Ar débute à 20°.

Si la solution sursaturée, obtenue par hypertrempe d'un alliage à deux phases, est maintenue à température suffisamment élevée, elle tend à se dédoubler. Comme la précipitation du deuxième constituant s'accompagne d'une diminution de volume, les lois de ce retour à l'état d'équilibre physicochimique peuvent se déduire des courbes « contraction-temps » enregistrées au cours des revenus isothermes.

On a retrouvé l'allure logarithmique des courbes « contraction-temps », et la croissance sensiblement exponentielle de la vitesse de réaction avec la température du revenu isotherme, notées dans l'étude d'une réaction semblable, analysée par la même technique : la précipitation de Mg^2Si dans les alliages aluminium-magnésium-silicium hypertrempés [1].

---

(1) A. Portevin et P. Chevenard, *A dilatometric study of the transformations and thermal treatment of light alloys of aluminium* (*Institute of Metals*, 2e série, 30, 1923, p. 329).

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la dissociation de l'hydrure de calcium* H^2Ca. Note de M. **Paul Remy-Cenneté**, présentée par M. H. Le Chatelier.

L'étude de la dissociation de l'hydrure de calcium H^2Ca, entreprise déjà par de nombreux auteurs, a conduit jusqu'à présent à des résultats fort différents suivant les expérimentateurs : les uns admettent un phénomène normal de dissociation ([1]); les autres prétendent que l'hydrure et le métal forment une série continue de solutions solides et que la tension trouvée est fonction de la quantité de calcium en excès ([2]).

Une des difficultés inhérentes à cette recherche est la distillation du calcium mis en liberté par la dissociation; le calcium condensé se dépose sur les parties plus froides de l'appareil où il se combine à nouveau avec l'hydrogène et les résultats sont ainsi faussés; ce fait exige une manipulation rapide qui ne permet pas de vérifier les tensions, ni de laisser s'établir l'équilibre.

Nous avons repris cette étude en cherchant à empêcher la distillation du calcium; nous y sommes parvenus en employant un tube de fer présentant une paroi semi-perméable laissant passer l'hydrogène mais non le calcium (vapeur); on sait, en effet, que le fer au rouge est poreux pour l'hydrogène ([3]). Aux températures considérées, l'hydrogène passe rapidement à travers la paroi ([4]).

Appareil. — Le H^2Ca se trouve enfermé dans un tube de fer de 4^{mm} d'épaisseur; une des extrémités est obturée par une mince lame de fer doux de $0^{mm},2$ d'épaisseur qui constitue la paroi semi-perméable; ce tube a été préalablement chauffé dans l'hydrogène pour le bien réduire. En réalité c'est, non pas de l'hydrure, mais du calcium métallique (redistillé) qui est introduit dans le tube; on ferme l'autre extrémité à l'autogène; la petite quantité d'air enfermée dans le tube avec le calcium ne gêne pas; elle contribue seulement à former une trace d'oxyde et une trace d'azoture.

([1]) Moldenhauer et Roll-Hansen, *Zeit. an. Ch.*, 82, 1913, p. 130, et Roll-Hansen, *Thèse Darmstadt*, 1912. — Bronsted, *Zeit. Elekt.*, 20, 1914, p. 81. — Kraus et Hurd, *Journ. of the Am. Chem. Soc.*, 45, 1923 (II), p. 2562.

([2]) Ephraïm, Fritz et Michel Eduard, *Helvet. Ch. Acta*, 4, 1921, p. 900. — Huttig et F. Brodkorb, *Zeit. f. an. Chem.*, 1926, p. 309.

([3]) Voir les recherches quantitatives de Lombard, *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 1557.

([4]) En réalité, au début l'hydrogène passe lentement, puis la paroi « se fait » et l'équilibre s'établit rapidement.

Le tube de fer ainsi préparé est placé dans un long tube de porcelaine de Berlin dite K-Masse fermé à une extrémité et terminé à sa partie antérieure par un capuchon rodé reliant l'appareil à la pompe à vide et portant les tubes d'amenée d'un couple de nichrome ATE-BTE; l'hydrure est fabriqué dans l'appareil même par envoi d'hydrogène pur et sec et chauffage. La pression est mesurée au moyen d'un manomètre double à mercure de façon à permettre d'opérer à volume constant. Le chauffage est réalisé dans un four à résistance de fil de nichrome de 4^{mm} de diamètre et un transformateur; un régulateur de température permet de maintenir le tube à température constante pendant tout le temps voulu à 1 ou 2° près.

Résultats. — Une première série d'expériences avait pour but d'établir l'influence sur l'équilibre de la quantité de calcium présent; Ephraïm et ses collaborateurs [1] avaient constaté une relation entre la tension et la quantité de calcium en excès; d'après ces auteurs, l'influence du métal se fait d'autant moins sentir que sa concentration est plus forte et il y aurait une concentration limite maximum (48 millimolécules de Ca pour 1^g de H^2Ca) au-dessus de laquelle le calcium n'influe plus sur la pression.

Nous avons fait de nombreux essais pratiqués à une température constante de 860°; ils ont montré qu'on peut faire varier la proportion d'hydrure et de calcium dans de larges limites comprises en dessous du maximum indiqué par les auteurs précités; les tensions restent les mêmes et sont pratiquement indépendantes de la quantité de métal présent.

Ce fait établi, l'étude de la variation de la tension en fonction de la température a été faite et a donné les résultats suivants :

Températures.	Tensions.
°	mm
815	32 (± 2^{mm})
860	78
880	116
890	146 (± 4^{mm})
905	190
915	256
925	328
940	430
950	560
965	711
970	750 (extrapol.)

Les résultats précédents sont de même nature que ceux de Moldenhauer et Roll-Hansen, quoique notablement plus élevés pour les plus hautes températures; nous ferons remarquer que ces auteurs mesuraient la température extérieurement au tube de porcelaine et faisaient ensuite une correction constante de 10°; nous avons constaté des écarts beaucoup plus grands entre

(1) *Loc. cit.*

la température intérieure et la température extérieure; de plus, l'écart augmente avec la température; ce fait explique, partiellement tout au moins, la différence entre les tensions obtenues.

La même étude sera faite sur l'hydrure de baryum et sur l'hydrure de strontium.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'oxydation et la réduction des silicates de fer par les gaz*. Note de M. **B. Bogitch**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

Dans ces recherches, j'ai employé la méthode déjà décrite à propos de la réduction des silicates de cuivre ([1]). Les résultats de l'analyse sont exprimés par les rapports : fer à l'état de sel sur fer total, pour 100.

Silicates oxydés. Action de O, Az *et de* CO^2. — Voici en premier lieu les résultats des expériences à 1300°, montrant l'effet de la concentration en fer sur la composition chimique et la coloration des silicates préalablement réduits et traités par l'air :

Teneurs en fer pour 100...	9,60.	7,09.	4,68.	2,80.	1,40.	0,79.	0,38.	0,10.
Rapports $\frac{FeO}{Fe\,T} \times 100$..	12,9	12,8	13,1	19,7	25,0	38,2	non dosé	non dosé
Colorations..........	Jaune brun foncé	Jaune brun		Vert		Vert clair	Vert très clair	Incolore

En portant sur l'axe des X les teneurs en fer et sur l'axe des Y les rapports $\frac{FeO}{Fe\,T} \times 100$, on obtient une courbe d'allure hyperbolique. Pour déterminer les limites vers lesquelles tendent les extrémités de cette courbe, j'ai fait varier la concentration en oxygène dans les mélanges gazeux O + Az, en conservant la même température de 1300°. Ci-dessous les résultats obtenus :

Teneurs en oxygène pour 100.	100.	80.	50.	20.	4.	1,25.	Azote seul ([2]).		
Teneurs en fer pour 100.....	5,20.	4,50.	4,75.	4,68.	4,30.	4,10.	4,20.	1,32.	0,30.
Rapports $\frac{FeO}{Fe\,T} \times 100$...	12,7	13,0	12,9	13,1	18,1	25,3	35,5	47,8	59,2
Colorations............	Jaune brun				Jaune verdâtre	Vert jaunâtre	Vert foncé	Vert	Bleu verdâtre

([1]) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 633.

([2]) Pour ces expériences, j'ai fait barboter 8^l d'azote dans 10^g de silicate préalablement oxydé par l'air.

Ainsi nous trouvons à l'une des extrémités de la courbe le silicate jaune-brun contenant 13 pour 100 environ de fer à l'état de FeO et à l'autre extrémité le silicate bleu titrant au moins 59 pour 100 de fer à l'état de FeO.

Tous les autres silicates oxydés intermédiaires sont plus ou moins verts (vert-bouteille) et leurs compositions sont comprises entre ces limites.

Bref, les silicates de fer oxydés offrent un exemple de dissociation ($Fe^2O^3 \rightleftharpoons 2FeO + o$) d'un système divariant, fonction de trois variables indépendantes : concentration en fer, température et pression partielle de l'oxygène.

Silicates réduits. Action de $CO^2 + CO$, *de* H *et du gaz d'éclairage.* — Partons des silicates de très faible concentration en fer, par exemple, 0,10 — 0,15 pour 100, que nous traiterons à 1300°-1325° par des mélanges gazeux $CO^2 + CO$; les couleurs de ces silicates varieront comme suit :

Teneurs en CO %	0 à 8 ± 1.	8 ± 1 à 12 ± 1.	12 ± 1 à 65 ± 2.	65 ± 2 à 89 ± 2.	89 ± 2 à 100.
Colorations....	premier bleu	vert clair	jaune	vert clair	second bleu

Augmentons progressivement la concentration en fer en conservant la même température. Avec une teneur de 0,50 pour 100 de Fe, le second bleu est remplacé par le vert; le jaune devient jaune-verdâtre; le premier bleu reste, mais les limites des mélanges gazeux qui lui donnent naissance se rétrécissent : de 0 à 5 pour 100 de CO, au lieu de 0 à 8. Quand la teneur en fer atteint 1 pour 100, le premier bleu persiste encore, les autres deviennent vert-cru. Pour les teneurs en fer supérieures à 2 pour 100, le premier bleu devient vert-noir, les autres restent vert-cru.

L'action de l'hydrogène est comparable à celle de CO. Le gaz d'éclairage de la ville de Paris (contenant du méthane) agit plus énergiquement en donnant des silicitates bleu-vert pour les concentrations en fer inférieures à 2 pour 100, et des globules métalliques, pour les teneurs supérieures à ce chiffre. Voici quelques résultats d'analyses des silicitates réduits à 1300° :

Mélanges gazeux pour 100 ...	$CO^2 = 100.$			$CO^2 = 40$; $CO = 60.$				$CO = 100.$		$H = 100.$		
Teneurs en fer pour 100.....	5,56.	1,47.	0,70.	5,80.	3,29.	1,68.	0,40.	5,70.	2,83.	5,90.	3,10.	1.49.
Rapports $\frac{FeO}{FeT} \times 100$....	72,3	67,5	66.3	96.8	98,0	99.5	100	100,50	101,2	102,3	104	105,6
Colorations	Vert noir	Bleu vert	Bleu	Vert cru foncé	Vert	Vert	Jaune	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert

On voit que la proportion de fer à l'état de FeO dans les silicates bleus (premier bleu) tend vers 66 pour 100, ce qui correspondrait à 4FeO,

Fe^2O^2; le silicate jaune correspond certainement à FeO; d'autre part, CO, H, et le gaz d'éclairage donnent des silicates où les rapports $\frac{FeO}{FeT}$ sont supérieurs à 1. J'explique ces derniers résultats par l'existence d'un sous-oxyde, de degré d'oxydation inférieur à Fe O et de pouvoir réducteur supérieur à ce dernier. Ce sous-oxyde correspondrait au second silicate bleu. On obtient celui-ci en concentration appréciable en traitant par CO le fer électrolytique fondu sous une couche de silicate de soude. Pour le bleu ainsi préparé, j'ai trouvé le rapport $\frac{FeO}{FeT} \times 100 = 114,2$, sa teneur en fer étant 1,57 pour 100.

Conclusions. — Il n'existe pas à proprement parler de silicate de Fe^2O^3, car cet oxyde se dissocie partiellement dès sa mise en solution. Je n'ai pas trouvé non plus de silicate caractéristique correspondant à Fe^3O^4. La couleur d'un silicate est bien fonction du rapport $\frac{FeO}{FeT}$, l'intensité de la coloration dépendant de la teneur en fer. On peut considérer comme couleurs fondamentales des silicates de fer, les deux jaunes et les deux bleus. La gamme infinie des colorations vertes des silicates oxydés ou réduits proviendrait alors d'un mélange en proportions variables de ces jaunes et de ces bleus.

Il existe un silicate bleu correspondant à un sous-oxyde de fer qui est seule stable en présence de fer métallique aux températures élevées. En fait, ce sous-oxyde est presque toujours accompagné de FeO.

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude de la dissociation des composés* $HgBr^2.2NH^3$ *et* $HgCl^2.2NH^3$. Note (¹) de M. **Maurice François**, présentée par M. A. Béhal.

Dans une Note précédente, j'ai indiqué que le bromure mercurique fixe le gaz ammoniac à froid pour donner un composé de formule $HgBr^2.2NH^3$ et que le chlorure mercurique se comporte de même en donnant le composé $HgCl^2.2NH^3$.

Ce mode de formation pourrait suffire pour affirmer que les deux composés formés sont des combinaisons moléculaires de sel mercurique et de gaz ammoniac; mais la démonstration sera plus complète encore s'il est démontré que ces composés possèdent une tension de dissociation notable, les ramenant, sous l'influence d'une élévation modérée de la température, à leurs constituants : le bromure ou le chlorure mercurique et le gaz ammo-

(¹) Séance du 7 octobre 1929.

niac; en un mot, s'il est démontré qu'ils se comportent comme le chlorure d'argent ammoniacal $AgCl.3NH^3$ étudié par Isambert (¹).

Il n'y a pas lieu de décrire ici l'appareil classique qui sert pour ces sortes de déterminations; je dirai seulement que j'ai opéré sur des quantités importantes des deux combinaisons, quantités dépassant 50ᵍ et susceptibles de donner environ 6ˡ de gaz ammoniac.

Toutes les lectures ont été faites au cathétomètre.

Dissociation du composé $HgBr^2.2NH^3$. — La décomposition de ce corps par la chaleur produit du gaz ammoniac et il a été vérifié que le gaz extrait par la pompe à mercure était complètement absorbable par l'eau et les acides dilués et ne contenait pas trace d'azote.

Les tensions observées sont très faibles jusqu'à 100°, mais croissent très rapidement ensuite. La tension est de $3^{mm},7$ de mercure à 25°; elle est de 731^{mm} à 184° et atteint la pression atmosphérique vers 186°.

Au cours des refroidissements qui séparaient chacune des mesures, le gaz ammoniac produit par l'élévation de la température est rapidement réabsorbé par la matière en expérience, et la tension reprend la valeur de $3^{mm},7$ pour la température à 25°. Il en est de même si l'on produit le refroidissement par paliers; on retrouve les tensions observées en température ascendante. Enfin les valeurs observées pour les tensions se sont maintenues constantes pour les mêmes températures lorsqu'on a enlevé par le jeu de la pompe à mercure du gaz ammoniac, et ainsi jusqu'à ce qu'on en eût enlevé 5ˡ. On a alors mis fin à l'expérience.

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau suivant :

Action de la chaleur sur $HgBr^2.2NH^3$.

Températures.	Tensions.	Températures.	Tensions.
°	mm	°	mm
15	3,7	124	33,7
60	5,5	150	130,0
77	7,2	176	498,7
100	12,7	184	731,1

Dissociation du composé $HgCl^2.2NH^3$. — La technique employée est la même que pour le composé du bromure mercurique.

Le gaz qui se dégage sous l'influence de l'élévation de température est du gaz ammoniac pur. Les tensions sont plus faibles que pour le composé du bromure mercurique et la pression atmosphérique n'est atteinte qu'à 239°.

(¹) Isambert, *Comptes rendus*, 66, 1868, p. 1259.

Action de la chaleur sur $HgCl^2.2NH^3$.

Températures.	Tensions.	Températures.	Tensions.
°	mm	°	mm
25	1,9	175	38,4
50	2,4	200	147,1
75	2,7	210	280,8
100	4,1	220	423,7
125	6,1	225	532,4
250	14,6	239	760,0

Conclusion. — Il résulte de cette étude que les deux composés $HgBr^2.2NH^3$ et $HgCl^2.2NH^3$ se forment par fixation du gaz ammoniac à froid sur les deux sels mercuriques secs $HgBr^2$ et $HgCl^2$. Sous l'influence de la chaleur, ils se dissocient en régénérant du gaz ammoniac et les sels $HgBr^2$ et $HgCl^2$.

Ce mode de formation joint à ce mode de décomposition indique que les deux composés étudiés sont des combinaisons moléculaires analogues au chlorure d'argent ammoniacal d'Isambert.

Elles ne sauraient donc en aucune façon s'écrire suivant la notation de Pesci

$$Hg^2NBr.3NH^4Br,$$

ni

$$Hg^2NCl.3NH^4Cl.$$

CHIMIE MINÉRALE. — *Contribution à l'étude des procédés Müntz sur la nitrification.* Note (¹) de M. **A. Pereira Forjaz**, présentée par M. C. Matignon.

A côté des procédés Birkeland, Schönherr, Haber, Fauser, Claude, Casale, Kuhlman, Ostwald, Frank, Caro, Bucher, Serpeck, les procédés Müntz sont destinés à préparer l'acide azotique et les azotates à partir des azotites, lesquels sont préparés, à leur tour, par des *bactéries nitrifiantes*.

Dans la biochimie de la fixation de l'azote atmosphérique interviennent peut-être des catalyseurs minéraux. Quels sont-ils? Nous avons eu recours à la spectrochimie pour tâcher de résoudre ce problème et employé un grand spectrographe de Cornu, avec système optique de quartz (collimateur avec objectif de 40^{mm} de diamètre et 324^{mm} de distance focale, chambre photographique avec objectif de 45^{mm} de diamètre et 620^{mm} de distance focale); comme *spectre témoin*, le spectre obtenu avec l'*alliage de Edder* et comme *producteur d'étincelles*, un appareil en quartz de Gramont.

Dans nos recherches nous avons employé le *Cytisus proliferus*, var. *palmensis*, avec de grandes nodosités dans les racines. Nous avons séparé les

(¹) Séance du 7 octobre 1929.

nodosités des racines et les avons incinérées séparément. Ensuite, nous avons traité les résidus dans des capsules de platine, par l'acide chlorydrique et avons évaporé en *bain-marie*; nous avons soumis les résidus à l'action de l'alcool bouillant à 97°, évaporé, traité encore avec une solution aqueuse d'acide chlorydrique. Cette dernière solution a été employée à l'obtention d'un spectre de flamme avec décharge condensée.

Les *spectrogrammes* ont été obtenus avec des plaques panchromatiques *antihalo*; les mesures ont porté sur les raies *non communes* aux deux spectres, celui des nodosités et celui des racines du *Cytisus*.

Résultats. — Nous avons employé les raies suivantes de l'alliage de Edder, en attribuant des longueurs d'onde qui sont en relation avec les dernières valeurs admises comme nous indiquons.

TABLEAU I.

4058,0 (Pb)...........	4057,8	2802,1 (Pb)...........	2802,0
4019,0 (Pb)...........	4019,6	2748,8 (Cd)...........	2748,7
3740,0 (Pb)...........	3740,0	2573,1 (Cd)...........	2573,0
3261,2 (Cd)...........	3261,0	2476,5 (Pb)...........	2476,4
3076,0 (Zn)...........	3075,9	2329,0 (Cd)...........	2329,3
2980,8 (Cd)...........	2980,6	2313,0 (Cd)...........	2312,9
2873,0 (Pb)...........	2873,3		

TABLEAU II.

Longueurs d'onde calculées *des raies appartenant aux spectres des* nœuds, *incinérés, des racines du* Cytisus proliferus, *var.* palmensis, *non communes avec les spectres des racines incinérées du même* Cytisus.

6708,0	3369,9	2903,0	2403,9	2327,7
4027,4	3290,0	2751,8	2389,7	2318,7
3903,1	3057,6	2567,7	2375,0	2288,1
3956,2	2961,6	2548,0	2366,7	2286,0
3384,6	2912,0			

TABLEAU III.

Identification des raies inconnues.

6708,0 (Li)...........	6707,9	2567,7 (Al)...........	2568,0
4027,4 (?)...........	-	2548,0 (?)...........	-
3903,1 (Mo)...........	3903,0	2403,9 (Mo)...........	2403,6
3856,2 (Fe)...........	3856,4	2389,7 (Co)...........	2388,9
3384,6 (Mo)...........	3384,6	2375,0 (Ni)...........	2375,4
3369,9 (Ni)...........	3369,6	2366,7 (Al)...........	2367,1
3290,0 (Pt)...........	3290,2	2327,7 (Fe)...........	2327,4
3057,6 (Ni)...........	3057,7	2318,7 (Al)...........	2319,0
2961,6 (Cu)...........	2961,2	2288,1 (As)...........	2288,1
2912,0 (Mo)...........	2911,9	2286,0 (Ni)...........	2287,1
2903,0 (Mo)...........	2903,1	» (Co)...........	2286,2
2751,8 (Cr)...........	2751,9		

Conclusion. — Les *éléments spécifiques* de la biocatalyse seraient le *Molybdène*, le *Nickel* et le *Cobalt* (?).

ENTOMOLOGIE. — *La chétotaxie de l'aile de* Limosina pusilla *Meig. du point de vue des caractères sexuels secondaires.* Note de M. L. **Mercier**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Limosina (*Coprophila*) *pusilla* Meig. (Diptère, *Borboridæ*) vole du printemps à l'automne à la surface des excréments de chevaux fraîchement émis. Quoique très abondant dans les stations où il existe, il est, fait curieux, rarement représenté dans les collections (Duda, 1918) (¹).

Le mâle de ce diptère offre, dans ses ailes, un caractère sexuel secondaire remarquable qui a déjà retenu l'attention des diptérologistes. Le bord postérieur de celles-ci (*fig.* A) présente, vers la pointe, une échancrure arrondie bordée d'une série de treize à quatorze soies très longues (*f*) et possédant une conformation particulière. Chacune d'elles est constituée d'une forte hampe qui s'amincit progressivement en un flagellum doué d'une certaine souplesse.

Chez l'insecte au repos ou mort, ces soies flagellifères sont appliquées contre la face inférieure de l'aile. Les ailes de la femelle ne présentent ni l'échancrure, ni les grandes soies caractéristiques du mâle.

Mais, en plus des soies flagellifères, il existe sur l'aile de *L. pusilla* un autre caractère sexuel secondaire que m'a révélé l'étude microscopique de celle-ci. On sait que les ailes des Diptères, comme celles des autres Insectes holométaboles, portent habituellement deux sortes de soies : les *microtrichia* et les *macrotrichia* (Tillyard, 1918) (²). D'après Hendel (1928) (³), chez les Diptères d'origine relativement récente, les *microtrichia* existent sur les nervures et principalement sur la surface membraneuse de l'aile, alors que les *macrotrichia* ne s'observent, le plus souvent, que sur les nervures longitudinales et leurs ramifications.

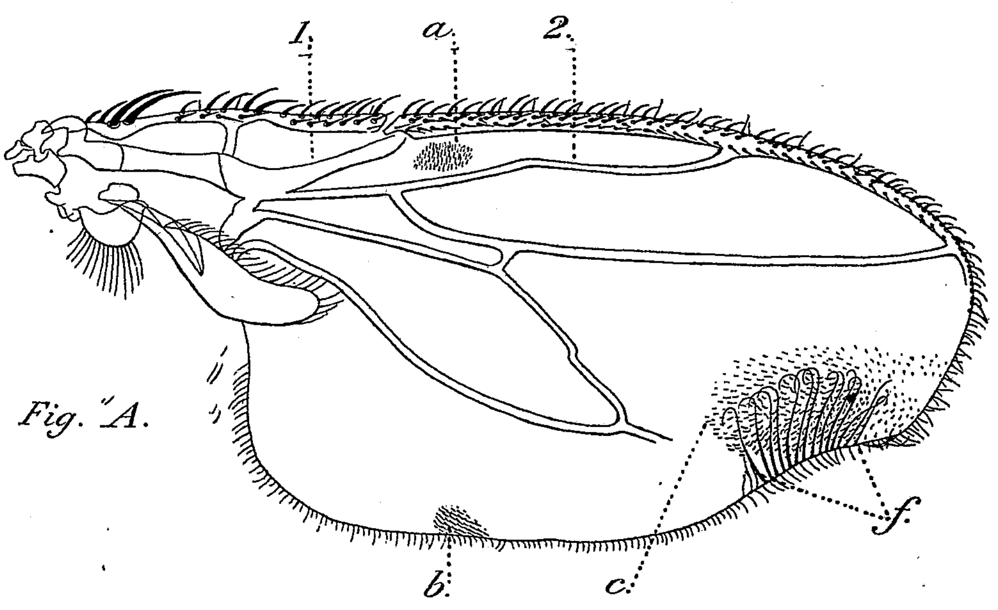
J'ai vérifié cette répartition des soies de l'aile chez de nombreuses espèces du genre *Limosina* Macq. J'ai ainsi constaté que chez *L. lutosa* Stenh., *L. fuscipennis* Hal., *L. cœnosa* Rond., *L. humida* Hal., *L. coxata* Stenh., *L. zosteræ* Hal., *L. silvatica* Meig., par exemple, les *microtrichia* existent dans toute l'étendue de la surface membraneuse des ailes.

(¹) O. Duda, *Revision der europaïschen Arten der Gattung* Limosina *Macq.* (*Dipteren*) (*Abh. der K. K. Zool. Botan. Gesellsch. in Wien.*, 9, 1, 1918, p. 206).

(²) R. J. Tillyard, *The panorpoid complex.* Part 2, *The wing trichiation and its relationship to the general scheme of venation* (*P. Linn. Soc. N. S. W. Sydney*, 43, 1918, p. 626).

(³) Fr. Hendel, *Die Tierwelt Deutschlands*, 11 *Teilzweiflügler oder Diptera.* II. *Allgemeiner Teil* (Iena, G. Fischer, 1928).

Or, si l'on examine les ailes d'une femelle de *L. pusilla*, on constate que les *microtrichia* sont localisées en deux îlots situés, l'un (*a*) dans l'angle formé par les nervures longitudinales 1 et 2, l'autre (*b*) sur le bord postérieur de l'aile. Mais chez le mâle, en outre de ces deux îlots de *microtrichia*, il en existe un troisième (*c*). Ce dernier est situé (*fig.* A) au niveau de l'insertion des soies flagellifères; il est plus étendu et moins bien délimité que les deux premiers.



Aile du mâle de *L. pusilla* Meig. — × 90 (réduit de 1/3 environ); *f*, soies flagellifères; *a*, *b*, *c*, les trois îlots de *microtrichia*.

Cette étude de l'aile de *L. pusilla* nous conduit aux conclusions suivantes :

1° En outre de la conformation, les ailes de cette espèce présentent dans leur chétotaxie deux caractères sexuels secondaires remarquables. D'une part, certaines *macrotrichia* du bord postérieur de l'aile du mâle sont transformées en soies flagellifères; celles-ci n'existent pas chez la femelle. D'autre part, la répartition des *microtrichia* est différente chez le mâle et chez la femelle; chez le premier, ces soies constituent trois îlots, alors que chez la seconde, elles n'en forment que deux.

2° Du fait que chez les *Muscidæ* (Hendel, *loc. cit.*) et, en particulier, chez de nombreuses espèces du genre *Limosina* Macq., les *microtrichia* existent sur toute la surface membraneuse de l'aile, il est logique d'admettre que la réduction présentée par ces soies chez *L. pusilla* est la conséquence d'une évo-

lution régressive; celle-ci étant plus accusée chez la femelle que chez le mâle. C'est peut-être une évolution de même ordre qui a déterminé la réduction des *microtrichia* chez les *Asilidæ* et leur disparition chez certains *Syrphidæ*.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence de la concentration ionique du milieu sur l'activité de l'amylase du sérum de cheval.* Note (¹) de M. **Brocq-Rousseu**, Mme **Z. Gruzewska** et M. **G. Roussel**, présentée par M. L. Bouvier.

Nous avons présenté dans une communication antérieure (²) les résultats de la première série d'expériences, sur les variations de l'activité de l'amylase du sérum, au cours de saignées successives.

Les expériences de la *deuxième série* ont été faites avec les sérums de 12 saignées successives de 4 chevaux, et avec ceux de 20 saignées d'un même cheval. Les sérums étaient analysés au fur et à mesure des saignées. Le mélange amidon-sérum était amené avec $HCl \frac{1}{10} N$ au pH 6,4, le plus favorable à l'activité de l'amylase. Le sucre libre (en faible quantité) des sérums a été retranché du sucre trouvé.

Nous donnons ici, à titre d'exemple, deux courbes de cette série qui résument les résultats obtenus. Les saignées successives sont indiquées sur l'abscisse, et le glucose trouvé, qui indique l'activité de l'amylase, figure sur l'ordonnée en milligrammes pour 100.

Conclusions : 1° Quelle que soit la quantité des saignées effectuées successivement sur un animal, on trouve toujours de l'amylase dans le sérum;

2° Nous nous sommes assurés également de l'existence de la maltase;

3° L'allure générale de la courbe figurant l'activité de l'amylase du sérum au cours de saignées successives, présente, quel que soit le pH du milieu, le même aspect dans les deux séries d'expériences. Le pH 6,4 n'influe que sur l'amplitude des fluctuations indiquant un rendement plus élevé en sucre;

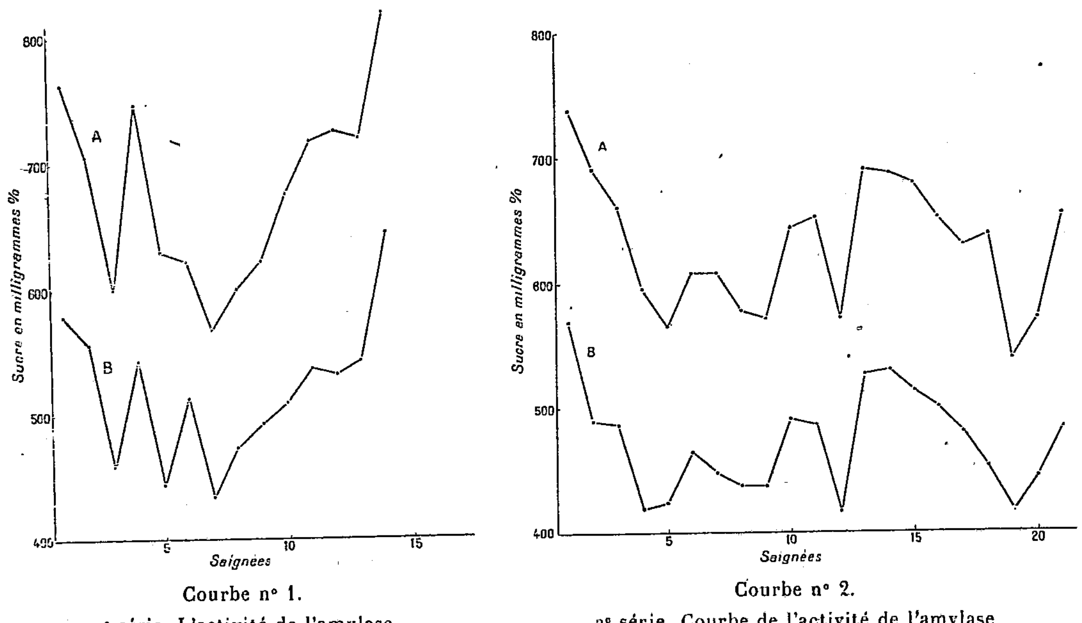
4° La courbe du sucre trouvé, qui exprime l'activité de l'amylase d'une série de sérums d'un même animal, n'est pas une ligne droite. Elle présente des fluctuations d'une saignée à l'autre, et des variations individuelles. Elle s'abaisse entre la quatrième et la neuvième saignée pour se relever ensuite, cependant le taux du sucre obtenu avec les sérums des saignées suivantes n'atteint que rarement (³) celui des premières saignées.

(¹) Séance du 23 septembre 1929.

(²) *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 501.

(³) Une seule exception à signaler dans la deuxième série où le taux du sucre obtenu avec le sérum de la quatorzième saignée ($0^g,817$ °/₀) dépasse celui de la première saignée ($0^g,761$ °/₀). Voir la courbe.

5° Nous pouvons admettre : soit que la quantité du ferment subit des variations au cours des saignées, soit que l'activité de l'amylase, exprimée en sucre obtenu, n'est que la résultante de deux forces actives qui se contrarient mutuellement, l'action du ferment hydrolysant et l'influence des



Courbe n° 1.
2e série. L'activité de l'amylase au cours de 14 saignées.
A, quantité de sérum double de celle de B.

Courbe n° 2.
2e série. Courbe de l'activité de l'amylase au cours de 21 saignées.
A, quantité de sérum double de celle de B.

substances empêchantes contenues dans le sérum en plus ou moins grande quantité;

6° Dans un sérum stérile, conservé à la glacière pendant 5 à 6 mois, l'amylase, tout en perdant un peu de son activité, est capable d'hydrolyser l'empois d'amidon;

7° Nous avons établi, par une série d'expériences, l'absence totale du ferment glycolytique dans nos sérums. Ce fait indique que nos résultats n'ont pas été troublés par la présence de ce ferment et, d'autre part, il confirme les observations de Meyerhof sur la grande fragilité du ferment glycolytique.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Les échanges d'ions entre cellules de levures et solutions de nitrate de plomb.* Note de M. **Paul Génaud**, présentée par M. Molliard.

L'étude précédemment faite (¹) des échanges d'ions entre cellules de levures et solutions de chlorure d'ammonium a montré que la loi d'action de masse était susceptible de rendre compte des équilibres ioniques entre une cellule de levure et le milieu où elle baigne. Ces expériences ont été répétées avec un ion bivalent, le plomb, qui se prête à un dosage à la fois rapide et sensible, et de plus à une localisation précise à l'intérieur de la cellule. Ces nouvelles recherches ont montré que le plomb pénètre dans la cellule par voie d'échange d'ions, comme l'ammonium, que cet échange obéit à la loi d'action de masse, enfin que ce métal lourd est susceptible de déplacer la presque totalité des constituants minéraux de la cellule. D'autre part, le plomb est fixé, dans la cellule vivante, essentiellement sur la membrane et les vacuoles, le protoplasme ne fixant pas de quantités visibles, ou mesurables, de plomb.

Dans la cellule morte au contraire, le protoplasme fixe de grandes quantités de plomb.

1° *Échange de l'ion* Pb *contre les ions de la levure.* — Le lavage de la levure par la solution de $(NO^3)^2Pb$ fait apparaître dans la solution des ions K et Ca, en quantités telles que la somme de ces deux ions perdus par la cellule soit, aux erreurs d'expériences près, équivalente à la quantité de l'ion Pb qui a pénétré dans la cellule. Le tableau suivant montre l'équilibre ionique atteint après échanges, C_0 représentant les valeurs initiales de la concentration de l'ion Pb, C_x les valeurs de cette concentration au bout d'une heure environ; les molécules de Pb et de Ca comptent pour 2 ions :

C_0(Pb).	C_x(Pb).	$C_0 - C_x$.	(K).	(Ca).	(K) + (Ca).
1000	728	272	141	115	256
500	244	256	120	110	230
250	19	231	100	120	220
200	7	193	76	130	206

L'analyse des substances minérales contenues dans la levure avant et après lavage montre que la teneur en K et Ca de la levure a diminué d'une quantité sensiblement égale à la quantité d'ions K et Ca apparue dans la

(¹) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1513.

solution. Le plomb est donc fixé dans la cellule par un phénomène d'échange d'ions, exactement comme l'ammonium.

2° *La vitesse d'absorption et la localisation de l'ion* Pb *dans la cellule vivante.* — Des essais répétés ont montré que la vitesse d'absorption du plomb se divise en deux phases, la première pratiquement instantanée, la seconde lente au contraire. Ainsi, 50^g de levure fraîche placés dans un litre de solution de $(NO^3)^2Pb \frac{M}{2000}$ ont absorbé au bout de :

1	5	10	20	30	40	50	60	120	240 minutes
45	45	45	50	55	60	67	70	70	70 pour 100 Pb

Comme l'avait admis M. H. Devaux [1], l'absorption quasi instantanée de la première minute est un phénomène de membrane.

Les levures traitées par Na^2S ne montrent, en effet, au début de l'expérience, qu'une coloration grise de la membrane. Au bout de 20 à 30 minutes de séjour dans la solution de Pb, il apparaît au contraire par Na^2S une coloration noire des vacuoles. La seconde partie du phénomène correspond donc à la pénétration du Pb à l'intérieur de la cellule et à sa fixation sur les vacuoles. Ainsi le Pb, d'une manière générale les ions que possède la cellule de levure vivante ne sont pas distribués d'une manière quelconque dans la cellule, mais concentrés principalement sur la membrane et dans les vacuoles, la membrane en fixant la plus grande partie.

3° *Lavages successifs et saturation des cellules par le plomb.* — 20^g de levure fraîche sont agités pendant une demi-heure au contact de 200^{cm^3} de solution de $(NO^3)^2Pb \frac{M}{200}$; on laisse décanter, on remplace la solution de Pb usée par une solution fraîche; on répète l'opération jusqu'à ce que les cellules n'absorbent plus de Pb. Une expérience parallèle est conduite avec des cellules de levures tuées.

La quantité totale de Pb qui sature 100^g de levure vivante fraîche est de $1^g,525$, celle qui sature 100^g de levures mortes est de $5^g,95$. 100^g de cellules vivantes de levure peuvent fixer 0,015 ion-gramme, ce qui correspond comme ordre de grandeur à la totalité des ions de métaux que l'analyse révèle dans les cendres de la levure normale. Par la voie des échanges d'ions, il est donc possible de modifier entièrement la composition minérale de la cellule de levure. Pourtant, l'aspect microscopique, l'intensité respiratoire des cellules saturées de Pb restent normaux; Na^2S révèle toujours le Pb localisé sur la membrane et les vacuoles. Les cellules mortes fixent au contraire le Pb sur la totalité de leur protoplasme.

---

(1) H. Devaux, *Nouvelles recherches sur l'absorption et le déplacement du plomb dans une plante vivante* (*Proc.-verb. Soc. Sc. phys. Bordeaux*, 1920-1921, p. 186).

HISTOPATHOLOGIE. — *Sur le mécanisme de la silicose pulmonaire. Influence sur les cellules cultivées* in vitro *des poussières siliceuses provenant du travail au rocher dans les mines de houille.* Note de MM. **A. Policard**, **S. Doubrow** et **M. Boucharlat**, présentée par M. F. Mesnil.

On admet classiquement qu'une des causes des altérations du poumon observées chez les mineurs qui attaquent les roches quartzeuses au marteau piqueur (silicose des mineurs) réside surtout dans une action nocive, de nature chimique, sur le tissu pulmonaire, des particules siliceuses inhalées en grandes quantités pendant ce travail. Gye et Kettle (1), Mavrogordato (2), etc. ont attribué cette action à la lente solubilité de la silice dans les tissus, toujours légèrement alcalins.

Pour préciser ce mécanisme, nous avons étudié l'action *in vitro* sur des cultures de tissu, des poussières siliceuses recueillies dans une mine. Nous avons utilisé des cultures de poumon d'embryon de poulet (2 semaines), faites en grand nombre suivant la technique de Borrel. Au mélange de plasma et d'extrait embryonnaire, était ajoutée une suspension stérile de ces poussières dans du liquide de Tyrode. Les poussières avaient été recueillies par le Dr Magnin dans les galeries d'une houillère du Gard, pendant l'attaque, au marteau piqueur, de bancs d'un grès quartzeux très dur. Les poussières, en suspension dans le Tyrode, à raison de 5^{cm^3} pour 2^{cm^3} de liquide, étaient stérilisées par tyndallisation. Au milieu de culture, on ajoutait le liquide opalescent qui surnageait après agitation du mélange, dans la proportion de 2 à 20 gouttes par centimètre cube de milieu.

Morphologiquement, les poussières sont de deux types : de petites granulations plus ou moins sphériques, de 1 à 5^{μ}, d'aspect noirâtre en lumière transmise, et des particules claires, transparentes, souvent biréfringentes et offrant deux formes : soit des aiguilles très fines et très aiguës, de 1 à 10^{μ}, soit des lamelles ou éclats conchoïdes, de 5 à 15^{μ}, très coupants.

Le mélange des poussières et du milieu n'est jamais très homogène. Au moment de la prise du plasma, les particules tendent toujours à s'agglutiner plus ou moins en petits amas. Mais en fait il y a des points où il reste dans le milieu suffisamment de particules isolées.

Les cultures, sans repiquages, sont observées quotidiennement pendant

(1) Gye et Kettle, *Silicosis and miner's phthisis* (*Brit. Journ. exp. Path.*, 3, 1922, p. 241).

(2) Mavrogordato, *Experiments on the effects of dust inhalation* (*Journ. of Hygiene*, 17, 1918, p. 439).

3 ou 4 jours, puis elles sont fixées et colorées par la méthode habituelle.

L'addition de poussières siliceuses ne modifie pas la poussée des cellules, au moins au début. Les cultures ayant reçu de 1 à 10 gouttes de suspension de poussières se développent avec la même vitesse et la même intensité que les cultures témoins. Cependant à des doses plus fortes, 20 gouttes de suspension par centimètre cube de milieu, il y a ralentissement extrême et même arrêt complet de la croissance. On n'observe pas de stimulation de la culture comme cela a été signalé par Solowiev et Pinus ([1]) avec la terre à diatomées (Kieselguhr) et les cultures de cellules spléniques.

Les particules siliceuses sont phagocytées par les macrophages de la culture, spécialement les particules sphériques. Celles-ci ne provoquent aucune modification apparente dans les cellules qui les ont englobées.

Au contraire, les cellules, qui, plus rarement, ont absorbé des éclats en aiguilles ou conchoïdes paraissent assez souvent en voie d'altération. Le cytoplasma semble se granuliser. La cellule n'est pas morte, mais paraît malade.

Fréquemment, on observe des amas de trois ou quatre cellules plus ou moins fusionnées, qui ont englobé un nombre assez considérable de particules siliceuses. Ces particules sont comme agglutinées par une substance qui semble être du cytoplasma dégénéré.

Les poussières siliceuses ne paraissent donc pas être inoffensives pour les cellules, au moins celles de ces poussières qui sont constituées de quartz assez pur, en forme d'aiguilles et de lamelles coupantes. Mais cette action vulnérante est certainement lente, car les altérations observées dans les cellules sont minimes. Il est vrai que la durée d'observation des cultures n'est pas très longue, de quatre jours au plus.

Ces faits expérimentaux tendent à confirmer la conception qui rapporte l'origine des troubles de la silicose pulmonaire à une action toxique lente de la silice, dissoute peu à peu.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Quelques données expérimentales sur le virus de la dengue.* Note ([2]) de MM. **Georges Blanc** et **J. Caminopetros**, présentée par M. Roux.

I. *Action du sérum de convalescents de fièvre jaune sur le virus de la dengue.* — En 1903, Marchoux, Salimbeni et Simond ([3]) ont montré que le sérum

([1]) Solowiev et Pinus, *Influence de la terre à diatomées sur la croissance des cultures de tissus* (*C. R. Soc. Biol.*, 99, 1928, p. 546).

([2]) Séance du 7 octobre 1929.

([3]) Marchoux, Salimbeni et Simond, *Ann. Inst. Pasteur*, 17, 1903, p. 665.

de convalescents de fièvre jaune donne à l'homme une forte immunité contre l'inoculation expérimentale. Plus tard, Stokes Bauer et Hudson (¹), puis Hudson, Bauer et Philip (²) ont montré que ce sérum de convalescents protège le singe (*Macacus rhesus*), même à faible dose (de 0,1 à 1^{cm^3}) contre une inoculation sévère de virus amaryllique. Partant de ces faits, nous avons cherché à connaître si, comme l'ont affirmé certains auteurs, il y avait parenté entre la dengue et la fièvre jaune, en étudiant l'action qu'avait le sérum antiamaryllique sur le virus de la dengue.

Dans une première série d'expériences faite avec Giroud (³), nous avons constaté qu'un sérum antiamaryllique préparé par Pettit sur cheval, et qu'un sérum préparé par nous-mêmes sur lapin n'avaient aucun pouvoir préventif vis-à-vis du virus de la dengue.

Grâce à l'amabilité de notre collègue H. de Beaurepaire-Aragao nous avons pu étudier également l'action du sérum de convalescents de fièvre jaune sur ce même virus de dengue. Voici nos expériences :

1° Un sujet volontaire reçoit sous la peau du flanc droit, le 15 juillet, 2^{cm^3} de sérum de convalescent de fièvre jaune prélevé le 3 mai, en même temps il est inoculé à l'autre flanc avec 1^{cm^3} de sérum virulent de malade atteint de dengue. Neuf jours plus tard la dengue est manifeste.

2° Un autre sujet volontaire est inoculé, le 16 juillet, avec un mélange de 4^{cm^3} de sérum de convalescent de fièvre jaune, prélevé le 3 mai, et de 1^{cm^3} de sérum virulent provenant d'un malade atteint de dengue. Le contact entre le sérum de convalescent et le sérum virulent a été de 1 heure à 37° et de 3 heures à 25°.

Cette fois encore le sérum de convalescent de fièvre jaune reste sans effet; le sujet volontaire présente les premiers symptômes de dengue le 23 juillet.

II. *De la filtration du virus de la dengue contenu dans l'organisme du Stégomya.* — Stokes, Bauer et Hudson ont montré (⁴) que le virus de la fièvre jaune, qui traverse aisément les filtres Berkfeld et Seitz lorsque le produit filtré est du sérum de malade, ne passe plus à travers ces filtres, même les plus poreux et sous forte pression, si le produit virulent est une émulsion aqueuse de Stégomyas infectés, broyés en eau physiologique. Nous avons fait la même expérience avec des Stégomyas infectés de virus de la dengue, et vu que ce virus, même dans l'organisme du moustique, reste très filtrable. Voici une expérience :

(¹) STOKES, BAUER et HUDSON, *Amer. J. of Trop. Med.*, 8, 1928, p. 103.

(²) HUDSON, BAUER et PHILIP, *Amer. J. of Trop. Med.*, 9, 1929, p. 1 et 225.

(³) G. BLANC, J. CAMINOPETROS et P. GIROUD, *C. R. Acad. Médecine*, 101, 1929, n° 12, p. 442.

(⁴) STOKES, BAUER et HUDSON, *Amer. J. of Trop. Med.*, 8, 1928, p. 103.

Le 11 décembre, 9 Stégomyas infectés depuis 47 jours, et 5 Stégomyas infectés depuis 56 jours sont broyés finement, émulsionnés dans 50^{cm^3} d'eau physiologique. Le tout est filtré sur bougie L. 2. Les microbes intestinaux servant de test. Ce filtrat, qui se montre stérile par la suite, est passé le lendemain sur une nouvelle bougie plus serrée L. 3. Les deux filtrations ont été faites à la pression atmosphérique. Un volontaire est inoculé, ce même jour, par voie intraveineuse, avec 20^{cm^3} du filtrat. Sept jours plus tard commence la dengue.

III. *Persistance du virus de la dengue dans le sang des malades pendant la période fébrile. Pouvoir infectant de ce sang pour le Stégomya.* — On sait que le virus de la fièvre jaune n'est présent dans le sang des malades que pendant les trois premiers et peut-être le quatrième jour de la maladie. Nous avons recherché si, au cours de la dengue, le virus persistait dans le sang pendant toute la période fébrile. Nos expériences ont été faites sur des malades atteints de dengue expérimentale, de durée le plus souvent courte; c'est pourquoi nous avons limité nos essais au cinquième jour de fièvre.

Expérience 1. — Des Stégomyas provenant d'élevage au laboratoire et non infectés sont mis à piquer le 17 juin sur un malade qui est au cinquième jour de la dengue. La température axillaire est de 38°. Le 2 juillet, soit 15 jours plus tard, ces Stégomyas piquent un sujet neuf qui, 6 jours plus tard, commence une fièvre dengue.

Expérience 2. — Des Stégomyas d'élevage, donc non infectés, sont mis à piquer sur un malade également au cinquième jour de dengue, la fièvre est peu élevée, 37,9 à l'aisselle. 15 jours plus tard ces Stégomyas piquent un sujet neuf qui, 7 jours plus tard, fait de la dengue. Dans les deux cas des passages du sang de ces malades à d'autres sujets réceptifs ont confirmé le diagnostic de dengue.

Résumé et conclusion. — 1° Le sérum de convalescent de fièvve jaune n'exerce aucune action sur le virus de la dengne soit *in vivo*, soit *in vitro*;

2° Le virus de la dengue contenu dans l'organisme du moustique traverse facilement les bougies Chamberland L. 2 et L. 3 à la pression atmosphérique;

3° Le virus de la dengue persiste dans le sang des malades au moins jusqu'au cinquième jour de la maladie et peut infecter le Stégomya.

Ces faits s'opposent à ceux qui ont été constatés dans l'infection amaryllique et séparent nettement le virus de la dengue de celui de la fièvre jaune.

La séance est levée à $16^h 45^m$.

E. P.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 21 OCTOBRE 1929.

PRÉSIDENCE DE M. Louis MANGIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADEMIE.

M. le **Président** annonce en ces termes le décès de M. **William Henry Perkin** :

Mes chers Confrères,

Nous venons d'être informés de la mort de William Henry Perkin, professeur de Chimie à l'Université d'Oxford, Correspondant pour la Section de Chimie, survenue le 17 septembre dernier. Héritier d'un nom illustre parmi les chimistes, W. H. Perkin, élève de Baeyer, commença ses recherches en Allemagne.

On lui doit d'abord une contribution remarquable sur les acides cétoniques, puis il découvrit les méthodes synthétiques permettant de préparer des composés à chaînes fermées polyméthyléniques et là il fut un initiateur. Il fit connaître aussi la constitution de divers groupes d'origine naturelle : Hématoxyline du Campêche et Brésiline du bois du Brésil, il montra que la première est une oxybrésiline. Ses recherches sur les alcaloïdes de l'opium, sur la brucine et la strychnine forment un ensemble important ainsi que celles qui concernent la constitution de la berbérine.

Il réussit à faire la synthèse de quelques-uns des acides que le camphre fournit par oxydation ainsi que celle d'un certain nombre d'alcaloïdes très complexes : cryptopine, protopine, épiberbérine, etc. et fit connaître leur structure moléculaire.

Son œuvre considérable en chimie organique lui valut la médaille de la Société Royale de Londres. Il fut nommé d'abord conseiller technique puis directeur des recherches de la Compagnie des matières colorantes.

Les nombreux élèves attirés par son enseignement clair et séduisant lui garderont leur souvenir.

NAVIGATION. — *Remarques sur le guidage magnétique des navires.* Note de M. E. **Fournier.**

J'ai l'honneur d'exposer à l'Académie un perfectionnement fondamental apporté par M. William Loth, après de minutieuses recherches, à son mode de guidage magnétique des navires par câble immergé, dans le but d'en rendre l'emploi absolument simple et pratique. Il suffit, pour obtenir cette disposition, d'élonger le long de la côte, d'*où part le câble*, une ligne sur poteaux, analogue à une ligne télégraphique, une extrémité étant mise à la mer aussi loin que possible de l'extrémité du câble, l'autre extrémité étant connectée à la deuxième borne de l'appareil d'alimentation, la première étant en connexion avec le câble de guidage. Une telle ligne est dite *ligne garde-côte.*

On voit donc que :

1° Le champ magnétique autour du câble est circulaire. Si ce champ est observé à bord d'un bateau suivant le câble, à l'aide d'un cadre pouvant tourner autour d'un axe vertical et d'un axe horizontal, le courant induit dans ce cadre étant amplifié, comme d'habitude, il sera facile de déterminer la direction du champ et d'en déduire la direction de l'élément de câble le plus proche, la distance à laquelle on s'en trouve et le côté où le bateau est situé par rapport à lui.

2° Les courants de retour s'épanouissent dans la mer suivant une forme en fuseau depuis le câble jusqu'à l'extrémité la plus éloignée de la *ligne garde-côte;* on créera un champ magnétique horizontal dans toute cette zone, qui pourra être perçu par le dispositif précédemment décrit, le cadre étant vertical. L'expérience montre que ce champ de courants peut être décelé à plusieurs dizaines de kilomètres de l'extrémité du câble, ce qui donne la possibilité de trouver l'entrée du chenal où se trouve le câble, chose impossible jusqu'à présent, tout au moins d'une façon simple. D'autre part, lorsque le cadre sera mis perpendiculairement à la direction des lignes de courants, on aura un minimum de réception indiquant la direction du courant. Il suffira donc de suivre une ligne de courants pour aboutir à l'extrémité du câble.

Pratiquement, il sera placé deux *lignes garde-côte*, l'une à droite et l'autre à gauche du câble de guidage, chacune d'entre elles étant connectée alternativement à une borne de l'appareil d'émission pendant la durée d'un trait

ou d'un point. L'observateur placé au large dans le champ de courant saura s'il est à droite ou à gauche de l'extrémité du câble suivant qu'il percevra des traits ou des points. Dans le prolongement et sur le câble même il percevra un trait continu. L'expérience a montré que les lignes garde-côte pouvaient être utilisées seules et donner des renseignements excessivement utiles à la navigation, au voisinage des côtes par mauvaise visibilité.

Si en effet on considère une ligne électrique, installée le long d'une côte ou suivant un diamètre d'une île, parcourue par un courant alternatif à fréquence musicale et dont les extrémités sont mises à la mer, la côte, ou l'île, sera entourée d'un champ de courants parfaitement définis épousant approximativement la forme des côtes et perceptible à plusieurs dizaines de kilomètres de distance. L'appareillage de réception est, comme nous l'avons dit, le même que pour le câble de guidage. Il faut toutefois remarquer ici qu'au lieu de percevoir le champ magnétique du courant, on peut capter celui-ci, à l'aide de deux électrodes placées aux extrémités du bateau, et amplifier ce courant directement en donnant la possibilité aux *sous-marins en plongée d'y recevoir les indications des lignes garde-côtes*, et même des signaux Morse transmis par cette installation, ce qui est impossible avec la T. S. F.

PHOTOCHIMIE. — *Actions de la lumière polarisée sur certaines plaques photographiques préparées à partir de solutions d'argent colloïdal.* Note [1] de M. A. COTTON.

I. Il y a longtemps déjà — c'était à l'époque où nous venions d'étudier, M. Mouton et moi, les granules ultramicroscopiques de l'argent colloïdal — j'avais préparé des plaques photographiques par un procédé simple dont voici le principe : On coule sur une glace une solution de gélatine additionnée d'argent colloïdal (on peut se contenter de collargol du commerce); dans ce cas, après qu'on l'a laissée sécher, la plaque est d'une coloration rouge brun par transmission. On la plonge à la chambre noire dans une solution de bromure cuivrique qui transforme en bromure chaque granule d'argent, on lave et on laisse sécher. La plaque est alors devenue incolore, et le sel haloïde d'argent qu'elle renferme est encore lui-même à l'état de granules ultramicroscopiques, de sorte qu'on obtient ainsi une de ces

---

[1] Séance du 14 octobre 1929.

plaques dites « sans grains » telles qu'on en emploie pour faire la photographie des couleurs par la méthode interférentielle de Lippmann.

Ce procédé a l'avantage que l'on peut examiner les plaques sèches, avant bromuration, en pleine lumière, vérifier que la pellicule déposée est bien homogène et présente bien la « densité optique » désirée. De plus, on peut étudier à l'ultramicroscope la solution de collargol dont on part, de façon que les granules aient bien tous la grosseur que l'on désire.

M. de Watteville, qui a, comme on sait, fait avec succès beaucoup de photographies par la méthode de Lippmann, s'est occupé de compléter l'étude de ce procédé au collargol. Avec M. N. Leroy il a préparé de telles plaques non seulement au bromure, mais aussi au chlorure et à l'iodure d'argent, ces dernières ayant l'avantage d'être tout à fait exemptes de voile. On trouvera dans un article de M. N. Leroy [1] des détails sur la façon de préparer et de révéler ces plaques, et les résultats de la comparaison des trois sortes de plaques sur lesquelles il a poursuivi des mesures sensitométriques. M. de Watteville s'occupe actuellement de les orthochromatiser : il a obtenu déjà avec elles de bonnes photographies de spectres.

II. Ces plaques « sans grains » peuvent recevoir diverses autres applications. Je les ai utilisées moi-même, en collaboration avec M. Lambert et avec M. J.-P. Mathieu, à des expériences sur le phénomène de Weigert. Ce physicien, comme on sait, a trouvé que des plaques spéciales renfermant du chlorure d'argent ayant subi une action préalable de la lumière, c'est-à-dire du « photochlorure » d'argent coloré renfermant à la fois de l'argent et du chlorure, prend les propriétés d'une lame cristalline à la fois dichroïque et biréfringente lorsqu'on l'expose une seconde fois à la lumière, le faisceau éclairant, qui la frappe normalement étant cette fois un faisceau intense polarisé par un nicol. L'une des deux lignes neutres de la lame (uniaxe) ainsi obtenue a la direction des vibrations du faisceau polarisé qui a agi. Les angles mesurant le dichroïsme et la biréfringence sont de l'ordre de quelques degrés, on peut les mesurer indépendamment à l'aide de dispositifs polarimétriques appropriés.

Nous nous étions, M. Mouton et moi, occupés ensemble à faire répéter ces expériences remarquables où l'on voit les vibrations lumineuses rectilignes marquer en quelque sorte leurs directions sur une plaque sensible qu'elles impressionnent. On trouvera des détails à ce sujet dans un article

[1] N. Leroy, *Revue d'Optique*, 8, 1929, p. 262.

que M. L. Richard a publié dans la *Revue d'Optique* ([1]), où il indique le résultat de mesures faites sur de telles plaques faites au photochlorure.

L'emploi des plaques préparées au collargol permet de répéter facilement ces expériences de Weigert sur l'action de la lumière polarisée. On prépare, suivant la technique indiquée dans l'article de M. Leroy ([2]), des plaques au chlorure d'argent et l'on expose simplement une de ces plaques sèches au faisceau sortant du nicol. Lorsque la plaque incolore s'est nettement colorée sous l'action de la lumière, lorsqu'on a posé par exemple une heure en employant le faisceau sortant du condenseur d'une lampe à arc ordinaire la plaque est suffisamment modifiée et l'on peut l'examiner aussitôt, sans la fixer, avec l'appareil polarimétrique : la lumière verte du mercure servant aux mesures ne l'altère pas sensiblement. On trouve qu'elle est nettement dichroïque ($0^{\circ},64$ par exemple avec une couche ayant pris une teinte rougeâtre très claire dans la région exposée).

M. Mathieu a obtenu des dichroïsmes plus grands encore, atteignant plusieurs degrés, avec des plaques préparées de même à l'iodure d'argent, et soumises au faisceau polarisé un temps suffisant.

Ces plaques au collargol, particulièrement les plaques à l'iodure d'argent, permettent aussi de répéter les expériences de Weigert avec des poses plus courtes, en faisant intervenir un révélateur (au diamidophénol en particulier). Nous avons constaté de même qu'on peut employer pour cette expérience d'autres plaques « sans grains ». Sur ce point, nous confirmons simplement la conclusion à laquelle Weigert lui-même arrive dans un Mémoire récent ([3]) : on peut s'attendre à observer, plus ou moins marqués, les effets optiques produits par la lumière polarisée sur la plaque développée, pourvu bien entendu qu'elle ait, avant et après le développement, une structure assez fine pour ne pas dépolariser la lumière qui la traverse. Mais au point de vue de l'explication théorique des effets ainsi constatés, l'expérience faite directement, sans révélateur, paraît intéressante. J'ajouterai qu'on peut rendre une plaque au chlorure d'argent dichroïque en l'exposant à un faisceau polarisé sensiblement *monochromatique* (les radiations vers $366^{m\mu}$ de

---

([1]) L. Richard, *Revue d'Optique*, 7, 1928, p. 477.

([2]) Notons toutefois que si l'on veut mesurer avec soin non seulement le dichroïsme, mais la biréfringence qui l'accompagne, il est bon de couler les plaques sur des glaces dépourvues de trempe : on peut se contenter de prendre des verres très minces (des lamelles couvre-objets pour microscopes) dont la biréfringence accidentelle n'est pas gênante : on les adossera, pour les rendre plus maniables, à un support plus solide.

([3]) F. Weigert, *Zeit. f. physikal. Chemie*, 4, 1929, p. 83.

de l'arc au mercure, filtrées à travers un écran de Wood à l'oxyde de nickel), mais il faut une pose de 18 heures pour obtenir une faible impression.

III. Si l'on cherche à expliquer le phénomène de Weigert on est conduit, comme dans le cas d'autres biréfringences provoquées artificiellement, à l'expliquer par la structure hétérogène du milieu modifié, milieu qui renferme, dans le cas actuel, des grains ultramicroscopiques d'argent. On a à choisir entre deux hypothèses : ces grains ont une distribution anisotrope, ils sont par exemple plus serrés (en moyenne) dans une direction que dans les autres; ou bien ils sont répartis au hasard, mais ils ont une forme ou une structure anisotrope, et ne sont pas orientés au hasard.

C'est la seconde explication que M. Weigert a été conduit à admettre : il suppose qu'il y a dans la couche des micelles d'argent dont la forme, par suite d'échanges entre l'argent réduit et le sel d'argent voisin, pourrait varier systématiquement sous l'influence de la lumière polarisée. Une telle variation de la forme des micelles existerait, d'après lui, dans beaucoup d'autres cas et jouerait un rôle important dans l'étude générale des colloïdes. Il est fort possible que M. Weigert ait raison, mais il faut bien reconnaître que le mécanisme de l'action supposée reste encore obscur.

L'autre explication : anisotropie de *distribution*, soulève elle aussi des difficultés, notamment en ce qui concerne les changements de signes du dichroïsme et de la biréfringence avec la longueur d'onde. Mais elle paraîtrait plus facile à compléter. On admettrait que les actions photographiques, dans une couche sensible, sont liées à une action photo-électrique, à un départ d'électrons qui pourraient aller ensuite réduire des granules de bromure d'argent. L'effet photo-électrique — au moins l'effet sélectif — dépend en effet de la direction des vibrations de la lumière incidente : on pourrait admettre par exemple que des électrons, lancés surtout (en moyenne) parallèlement au vecteur électrique de l'onde incidente, rencontrent successivement *plusieurs* grains de sel d'argent. Dans cette direction les granules d'argent libéré qui leur correspondent seraient plus serrés.

Les vitesses initiales des électrons détachés par l'effet photo-électrique sont de l'ordre de 10^7 : de tels électrons lancés normalement aux lignes de force d'un champ magnétique de 50000 gauss s'enroulent sur une circonférence de $\frac{1}{10}$ de μ de rayon. L'hypothèse faite conduit donc à essayer l'expérience suivante que nous avons faite, M. Mathieu et moi : une plaque à l'iodure d'argent préparée comme précédemment est placée verticalement contre une pièce polaire (4^{cm} de diamètre) du grand électro-aimant de

Bellevue. Dans l'entrefer (distance des pièces $1^{cm},2$) arrive dans le plan équatorial de l'électro-aimant un faisceau horizontal de lumière polarisée qui propage des vibrations de Fresnel verticales. Ce faisceau rencontre, dans l'entrefer, une bande de glace argentée verticale qui le réfléchit sous l'incidence de 45° et le renvoie, suivant la direction des lignes de force, sur la plaque sensible, sans modifier la direction des vibrations qui restent verticales.

La source étant un arc Garbarini d'intensité sensiblement constante, nous faisions deux poses de même durée (une demi-heure) sur deux parties contiguës de la plaque, l'une sans champ, l'autre avec le champ, voisin de 50000 gauss. Le dichroïsme mesuré après développement, 2°,5, est le même, à 0°,2 près, pour les deux plages à comparer.

L'hypothèse faite doit donc être rejetée, ou tout au moins modifiée. Si ce sont des particules chargées en mouvement qui déterminent la distribution (ou la structure) de l'argent réduit dans la couche sensible, elles doivent avoir une masse bien plus grande que celles des électrons négatifs détachés par un effet photo-électrique.

ENTOMOLOGIE. — *Sur le classement et la distribution géographique des Saturnioïdes hémileucidiens de la sous-famille des Automérinés.* Note de M. **E.-L. Bouvier.**

Les Papillons nocturnes appartenant à la famille des Hémileucidés constituent un groupement de grande importance, presque aussi riche à lui seul que l'ensemble des espèces comprises dans les quatre autres familles de Saturnioïdes. Dans une Communication faite ici l'année dernière (*Comptes rendus*, 186, 1928, p. 817) et développée peu après au Congrès entomologique d'Ithaca, j'ai montré que la famille des Hémileucidés se divise naturellement en trois sous-familles principales : Automérinés, Molippinés et Dirphiinés, d'après un certain nombre de caractères dont les plus importants sont relatifs à l'armature sexuelle des mâles. Les deux dernières sous-familles sont exclusivement américaines; la première, celle des Automérinés, passe généralement pour avoir une distribution semblable, mais cela n'est point absolument exact; car la sous-famille dépasse en richesse toutes les autres et certaines de ses formes ont une distribution géographique et des caractères sur lesquels il ne sera pas inutile d'appeler l'attention. C'est ce que je me propose de faire dans la présente Note.

En leur qualité d'hémileucidiens, les Automérinés présentent les deux traits essentiels de la famille des Hémileucidés : à l'état adulte, quand les antennes sont quadripectinées, la juxtaposition basale parfaite des deux branches antérieures d'un article avec les deux branches postérieures de l'article suivant; — sous la forme de chenilles, la structure des tubercules tégumentaires qui tantôt se présentent à l'état d'une tige portant des rameaux plus ou moins longs, tantôt se réduisent à une faible saillie couronnée d'un faisceau d'épines, le plus souvent offrent ces deux dispositions à la fois. Ce qui caractérise les Automérinés et les distingue nettement des autres Hémileucides, c'est la présence très fréquente, sur les ailes, de taches colorées arrondies en forme d'ocelles, c'est surtout la présence constante d'une pointe ou d'une épine sur le lobe moyen de chacun des mors ou claspers qui forment la pince sexuelle du mâle. Dans l'immense majorité des nombreuses espèces qui constituent la sous-famille, cette pointe ou épine est dirigée vers l'uncus, c'est-à-dire vers la pièce dorsale médiane (10e tergite abdominal) de l'armure sexuelle; il en est ainsi chez les *Automeris*, reconnaissables à l'ocelle complexe de leurs ailes postérieures et à la tache correspondante des ailes de la paire précédente, chez les *Micrattacus* où ces ornements s'atténuent, chez les *Hylesia* où ils s'effacent presque toujours totalement et chez les *Eubergia* où ils sont remplacés sur chaque aile par une tache peu ou pas ocelliforme. C'est par centaines que l'on compte les espèces d'*Automeris* et les *Hylesia* ne paraissent guère être beaucoup moins nombreux; si les *Micrattacus*, *Eubergia* ne comptent qu'un petit nombre de formes, il n'en reste pas moins que les quatre genres constituent un ensemble plus riche qu'aucun autre dans le groupe des Saturnioïdes. Or tout cet ensemble est purement américain.

Sont américains également, mais localisés dans la région chilienne, des Saturnioïdes dont la position zoologique n'a pas encore été, que je sache, exactement fixée jusqu'ici, les *Polythysana* Walk., nocturnes remarquables par la vivacité de leurs tons, et qui rappellent un peu nos paons de nuit par l'ocelle bien formé qui décore chacune de leurs ailes. Malgré leur apparence, ils n'appartiennent pourtant pas à la famille des Saturniidés comme les *Saturnia* ou paons de nuit; ils ont exactement les antennes des Hémileucides, et leurs chenilles sont également hémileucidiennes comme j'ai pu m'en convaincre en étudiant celles de *Polythysana rubrescens* Blanch., que le Fr. Claude-Joseph m'a envoyées de Temuco. Ces chenilles, à leurs derniers stades, présentent les mêmes tubercules que celles des Hémileucides : les unes en longues tiges pilifères situées en deux rangs au-dessous

des stigmates et en une rangée transverse sur le dos du prothorax, les autres bas et en buissons épineux sur tout le reste de la face dorsale où ils offrent l'arrangement ordinaire en séries longitudinales. Les *Polythysana* sont donc bien des Hémileucides; ils en ont d'ailleurs la nervulation qui est tout à fait semblable à celle des *Hemileuca*, *Automeris* et *Dirphia* (1re radiale des antérieures issue de la cellule; 1re médiane très voisine à sa base du pédoncule des autres radiales). Ils appartiennent d'ailleurs à la sous-famille des Automérinés comme le montrent leurs ocelles et bien davantage encore les claspers de leur armure sexuelle. Ces derniers, en effet, présentent l'épine automérienne caractéristique, au bord libre de leur lobe moyen; à vrai dire, l'épine est fort éloignée du petit lobe dorsal qui forme le reste du clasper, en outre elle est recourbée en dedans et dirigée assez en arrière, non plus du côté de l'uncus comme dans les Automérinés normaux, mais au-dessous de celui-ci.

Le genre *Aglia* Ochs. nous renseigne sur la valeur de ces caractères et de ces différences. Il n'est représenté que par une espèce, l'*Aglia tau* L. et a frappé tous les entomologistes aussi bien par ses traits en apparence aberrants que par sa distribution : localisé dans la région paléarctique depuis le Japon jusqu'en Europe, il dissimile ses affinités américaines et on lui assigne dans la classification les places les plus diverses; seul, à ma connaissance, M. Jordan le tient pour un membre de la famille des Hémileucidés, il donne même à cette famille le nom d'Agliidés. C'est bien là sa vraie place, en effet : *Aglia tau*, sous la forme adulte, présente exactement les antennes et la nervulation des Hémileucides; à l'état de chenille jeune, il offre encore quelques traits de ces derniers, à savoir comme l'a montré Poulton, cinq tubercules allongés chacun en une longue tige (deux sur le prothorax, deux sur le métathorax et une impaire sur le huitième segment abdominal) qui porte sur ses flancs des rameaux en forme de bourgeons; sans doute les tubercules disparaissent dans la chenille mûre, mais leur présence temporaire suffit pour laisser entrevoir les affinités de l'espèce. *Aglia tau* est un Hémileucide, mais quelle est sa place dans la famille ? Il a quatre ocelles bien développés comme les *Polythysana* et, comme eux également, des claspers avec une épine automérienne, c'est-à-dire située sur le lobe moyen. Nous sommes donc, avec *Aglia*, en présence d'Hémileucides appartenant à la sous-famille des Automérinés; seulement plus encore qu'avec les *Polythysana*, on s'éloigne des formes ordinaires de cette sous-famille : le lobe dorsal a totalement disparu, et l'épine claspérienne subit des modications beaucoup plus profonde, elle est très longue, appliquée contre la paroi externe convexe

des claspers et par suite très arquée, enfin elle se dirige fortement en dedans et en arrière pour aboutir près du pénis.

Il me reste maintenant à examiner un type nouveau dont j'ai trouvé deux exemplaires mâles dans une collection que m'a soumise M. Joicey. Ces exemplaires proviennent de Rio Grande do Sul, au Brésil; ils ont à peu près la forme des *Polythysana*, des ailes encore moins écailleuses que l'*Aglia tau* et même fortement translucides dans leur partie externe, enfin un ton fuligineux accentué sous lequel transparaît le jaune roussâtre d'*Aglia*, surtout dans l'un des exemplaires qui est beaucoup plus noirâtre que l'autre. Voilà déjà quelques ressemblances avec les deux genres précédemment étudiés. Ce ne sont pas les plus importantes. La nervulation et les antennes ont identiquement la même structure que dans les *Aglia*, et, de toute évidence, il s'agit d'un Hémileucide; bien plus, les ocelles sont ronds, développés dorsalement sur chaque aile et ornés d'une fente blanche située sur la nervure discale, comme dans les genres *Polythysana* et *Aglia*; en outre, comme dans ces deux genres, les ocelles des ailes antérieures sont aussi bien développés en dessous qu'en dessus, tandis que ceux des ailes postérieures sont presque réduits à leur raie claire, voir nuls dans l'un des deux exemplaires. Ce sont là caractères d'Automérinés anormaux, rappelant tout à fait les *Polythysana* et les *Aglia*. Le nouveau type semble être intermédiaire entre les deux genres mais plus voisins du second que du premier; je propose de lui donner le nom générique d'*Agliopsis*, et à l'espèce qui le représente au Brésil le qualificatif d'*intermedius*. Il sera très curieux d'étudier les claspers et les chenilles de l'*Agliopsis intermedius;* suivant toute vraisemblance les premiers comme les seconds viendront corroborer les conclusions précédentes.

Nous voici donc en présence de trois genres, *Polythysana*, *Agliopsis*, *Aglia* qui sont vraiment des Hémileucides appartenant à la sous-famille des Automérinés, mais qui diffèrent des Automérinés normaux par toute une série de caractères : la présence d'ocelles bien développés sur la face dorsale de chaque aile et la face ventrale des postérieures; la structure de ces ocelles qui sont essentiellement noirs, parfois avec du rouge central, et toujours avec une raie blanche située sur la nervure discale; de plus, au moins en ce qui concerne *Polythysana* et *Aglia*, la réduction totale ou complète des claspers à leur lobe moyen et la direction de l'épine claspérienne qui prend naissance loin de l'uncus sur le bord terminal des claspers, s'incurve en dehors, et se dirige plus ou moins en arrière et en bas dans la direction du pénis. Les chenilles n'ont jamais autant de tiges rameuses que

celles des Automérinés normaux, et parfois même (*Aglia*) n'existent que chez les jeunes où leurs rameaux sont d'ailleurs fort réduits.

Ainsi, de même que la sous-famille hémileucidienne des Dirphiinés se divise en deux tribus, Dirphiicés et Hémileuciicés, la sous-famille des Automérinés se divisera en deux tribus, d'ailleurs fort inégales : les *Automéricés* qui comprennent l'immense majorité des formes de la sous-famille et les *Agliicés* qui se limitent aux trois genres *Polythysana*, *Agliopsis* et *Aglia*. Les Automéricés habitent exclusivement l'Amérique, tandis que les Agliicés se trouvent en îlots dans l'Ancien et le Nouveau Monde : les *Aglia* dans toute la région paléarctique, les *Agliopsis* dans le Brésil méridional et les *Polythysana* au Chili. Évidemment les Agliicés sont des formes essentiellement américaines, mais ils ont dû s'étendre sur une aire beaucoup plus vaste, et bien qu'ils ne soient plus représentés aujourd'hui dans l'Ancien Monde que par le seul *Aglia tau*, on peut croire qu'ils ont envoyé jadis d'autres émissaires dans cette direction, sans doute aussi vers le continent africain ; car on les connaît surtout en régions tropicales, et leur groupe semble avoir eu tendance à s'étendre en se dissociant. Ces émissaires orientaux auraient disparu quand se produisit l'effondrement atlantique et seul subsiste l'*Aglia tau* qui avait atteint les territoires tempérés ou froids de l'Europe et de l'Asie.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *Contribution à l'étude de la matière fulminante. Abaissement de sa tension superficielle par des impuretés.* Note de M. E. **Mathias**.

Quand une foudre globulaire absorbe progressivement une impureté, *telle que le fer*, qui abaisse sa tension superficielle A, pendant ce temps la température baisse et la tension superficielle de la matière fulminante supposée pure augmente. Si donc, *au bout de quelque temps*, il y a partage d'un globe en plusieurs autres, c'est que, toutes choses égales d'ailleurs, l'absorption du fer a plus diminué A que l'abaissement de la température ne l'a augmenté.

Les faits suivants démontrent que, dans l'attaque d'objets en fer par la matière fulminante, le partage de la sphère primitive en plusieurs autres suit presque immédiatement l'absorption superficielle de l'impureté.

a. La relation est du P. Secchi :

« Très curieux est le fait arrivé à Piperno où, dans la tempête du 28 septembre (1862), fut foudroyée la maison du sieur Fasci, comme il était, me dit-il, allant du deuxième au troisième étage. En pareille occasion,

on voit, sur la place, un *globe de feu* marcher en tournoyant tout autour et s'arrêter quelque instant sur la pointe de la canne de l'ombrelle d'un homme, d'où il s'élança, *se divisant en deux ou trois globes moindres*, et le principal de ces globes envahit la maison du sieur Fasci, trouant en beaucoup d'endroits la conduite des gouttières et faisant d'autres dommages (¹). »

L'attaque de la garniture en fer qui termine la pointe d'une ombrelle est évidente dans cet exemple.

b. A Grenoble, le soir du 2 octobre 1895, il pleuvait sans éclairs et sans tonnerre, et le sieur Mattiétal fit ces observations :

« Vers 8^h, m'étant approché de la fenêtre, je vis subitement apparaître *une grosse boule de feu à l'extrémité d'une tige de fer, placée au sommet d'une maison voisine pour supporter des fils téléphoniques.* Comme je n'en étais séparé que de la largeur d'une place, soit d'environ 100^m, je pus observer très distinctement le phénomène. Cette boule, dont le contour apparent était nettement défini, malgré les radiations lumineuses, pouvait avoir $0^m,30$ de diamètre. Elle avait l'éclat et l'aspect d'un puissant foyer électrique.

» Après un temps que j'évalue à 40 ou 50 secondes, *la boule de feu se divisa tout à coup en trois autres plus petites*, de la grosseur de ces ballons d'enfant que l'on vend dans les rues (²). »

L'attaque de la tige de fer par la matière fulminante est évidente comme dans le cas précédent. Voici encore un cas semblable.

c. « Dans l'après-midi du 3 mai 1861, à Vegesack, près Brême, le ciel était couvert seulement en partie, et il n'avait pas plu. Cependant, à 3^h45^m après-midi, *un globe de feu alla sur le parafoudre de la cheminée* plus haute, dans une fabrique industrielle.... *En descendant par le conducteur, il le coupa à environ* 5^m *du sol et se divisa en deux globes.* »

A peine le globe primitif a-t-il fondu le fer du conducteur que, la tension superficielle ayant diminué, le globe se partage en deux autres pour diminuer son rayon et par suite augmenter sa stabilité compromise. Le reste de l'histoire des fragments est d'ailleurs édifiant quand on se place au même point de vue (³).

(¹) I. GALLI, *I principali caratteri dei fulmini globulari*, § 11, p. 14 (Estratto dalle *Mem. d. Pontif. Acc. Rom. dei Nuovi Lincei*, 28, 1910).

(²) *La Nature*, 23, 2ᵉ semestre 1895, p. 407.

(³) FRIEDRICH SAUTER, *Ueber Kugelblitze* (*Meteor. Zeitschr.*, 30, juillet 1896, p. 243-244).

En faisant hommage à l'Académie du Tome IX de sa *Description géométrique détaillée des Alpes françaises*, M. **P. Helbronner** s'exprime ainsi :

Quatrième élément paru de l'ensemble prévu des quatorze parties de cet Ouvrage, dont les autres sont, ou à l'impression ou en achèvement d'élaboration, ce Volume donne le détail des préparations, opérations, observations, calculs et résultats de la Jonction directe de la Corse au Continent français et de la Chaîne Méridienne de Corse, auxquelles a été adjoint le calcul de l'Arc de Méridien de plus de 37 degrés, dit des Alpes françaises, qui s'étend depuis le Sahara jusqu'au voisinage du Cap Nord en Norvège.

L'Académie ayant été tenue au courant de ces recherches, notamment par une série de communications qui lui furent faites dès novembre 1925 et en juin et juillet 1928, il suffira de rappeler aujourd'hui que les travaux sur le terrain et la mise au point de la publication de ce Volume se seront étendus sur près de cinq années.

M. **E. Mathias** fait hommage à l'Académie d'un Mémoire intitulé *La Matière fulminante* (suite). *Modes de décomposition, formes ascendantes, pression électrostatique.*

M. **Camille Sauvageau** fait hommage à l'Académie d'un Mémoire *Sur le développement de quelques Phéosporées.*

PLIS CACHETÉS.

M. **Charles Dhéré** demande l'ouverture du pli cacheté reçu dans la séance du 25 avril 1927, et inscrit sous le n° 9806.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président [1], contient une Note intitulée : *Dispositif permettant de compenser les variations d'intensité lumineuse résultant, dans le spectre, du mode de dispersion par les prismes.*

Ce pli est renvoyé à l'examen de M. Cotton.

---

[1] Séance du 7 octobre 1929.

OPTIQUE. — *Dispositif permettant de compenser les variations d'intensité lumineuse résultant, dans le spectre, du mode de dispersion par les prismes* (¹). Note de M. **Charles Dhéré**.

Ce dispositif a été étudié spécialement en vue de l'enregistrement photographique. Il peut être réalisé de deux façons :

1° Si l'on imprime assez rapidement un mouvement de va-et-vient (répété bien des fois) de A et B, puis de B à A (voir la figure) à une réglette

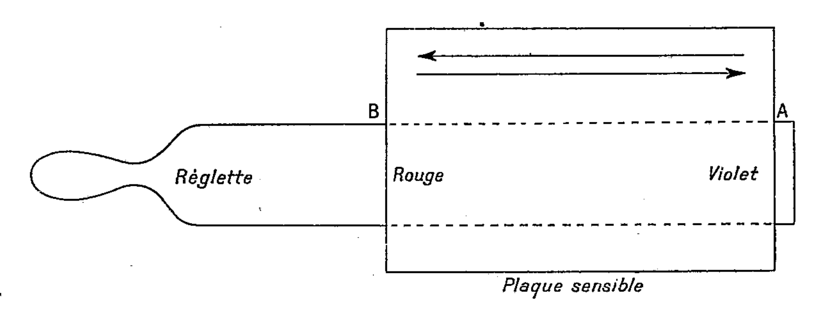


plate (²), en laiton noirci, placée devant la surface sensible de la plaque qui reçoit le spectre objectif, on arrive (je l'ai constaté) à une compensation qui peut être vraiment satisfaisante.

2° Une modification de ce dispositif, qui semble bien préférable, consiste à faire passer devant la surface sensible les ouvertures triangulaires (secteurs) d'un disque en rotation. Avec le disque rotatif, on peut compenser facilement, non seulement les variations d'intensité en fonction de la réfrangibilité, mais encore les variations d'intensité dues à la sensibilité inégale de l'émulsion (panchromatique) pour les diverses longueurs d'onde; ce qui offre donc aussi de l'intérêt quand la dispersion est produite, non plus par un prisme, mais par un réseau. Voici comment ce dernier but sera atteint. Supposons que l'émulsion présente un minimum de sensibilité correspondant aux radiations *vertes*. Les secteurs devront présenter, dans la portion coïncidant avec ces radiations, un élargissement d'ouverture suffisant (³).

(¹) Document retiré du pli cacheté n° 9806, déposé le 25 avril 1927, ouvert à la demande de l'auteur, le 7 octobre 1929.

(²) Une glissière de précision est indispensable.

(³) Si l'on veut compenser la faiblesse d'émission, dans une région spectrale, d'une source utilisée pour l'étude de l'absorption, il n'y aura qu'à procéder de la même façon.

On voit quels grands avantages peuvent résulter de l'application de ces dispositifs où la durée relative du temps de pose dans chaque région compense les variations artificielles de l'intensité lumineuse (densité du noircissement) dans le spectre photographié. Ils permettent d'éliminer pratiquement le plus grand inconvénient que présente l'emploi des prismes, qui est pourtant bien préférable à l'emploi des réseaux quand il s'agit de faibles sources lumineuses (étude des phénomènes de luminescence, du rayonnement lumineux des astres, etc.).

Grâce à ces dispositifs, on peut espérer que la photométrie spectrographique fera des progrès considérables.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** prie l'Académie de vouloir bien désigner un de ses membres qui occupera dans le Conseil national de l'*Office national des recherches scientifiques* la place vacante par le décès de M. *Ch. Moureu*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Louis Michel. *L'Exposition Internationale de Liège* 1930.

2° Jose Isaac Corral. *Cantidades complejas* et *Relatividad elíptica*, parte III : *Geometrizacion de la fisica en los universos positivos*.

3° Yves Henry et Maurice de Visme. *Documents de démographie et riziculture en Indochine*. (Présenté par M. L. Mangin.)

4° *Les rayons ultraviolets*, par Carlos d'Eschevannes.

M. **P. Bricout** adresse un Rapport relatif à l'emploi qu'il a fait de la subvention qui lui a été accordée sur la *Fondation Danton* en 1928.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur l'erreur quadratique moyenne du coefficient de corrélation dans le cas des suites des épreuves non indépendantes.* Note (1) de M. **Eugène Slutsky**, présentée par M. Émile Borel.

Supposons que $x_1, x_2, \ldots, x_n$ et $y_1, y_2, \ldots, y_n$ soient des valeurs éventuelles, dont les moments $\mathrm{E}x_i^k$, $\mathrm{E}y_i^k$ sont constants et les moments-produits sont des fonctions ne dépendant que des différences des indices respectifs. En désignant par $\mathrm{E}z$ l'espérance mathématique de z, nous posons :

$$\sigma_x^2 = \mathrm{E}(x_i - \mathrm{E}x_i)^2, \quad \sigma_y^2 = \mathrm{E}(y_i - \mathrm{E}y_i)^2, \quad \xi_i = (x_i - \mathrm{E}x_i)/\sigma_x, \quad \eta_i = (y_i - \mathrm{E}y_i)/\sigma_y,$$

$$r_x(t) = \mathrm{E}\xi_i\xi_{i+t}, \quad r_y(t) = \mathrm{E}\eta_i\eta_{i+t}, \quad r_{xy}(t) = \mathrm{E}\xi_i\eta_{i+t},$$

$$r_{x^2}(t) \doteq \mathrm{E}\xi_i^2\xi_{i+t}^2, \quad r_{y^2}(t) = \mathrm{E}\eta_i^2\eta_{i+t}^2, \quad r_{x^2y^2}(t) = \mathrm{E}\xi_i^2\eta_i^2,$$

$$r_{(xy)}(t) = \mathrm{E}\xi_i\eta_i\xi_{i+t}\eta_{i+t}, \quad r_{(xy)x^2}(t) = \mathrm{E}\xi_i\eta_i\xi_{i+t}^2, \quad r_{(xy)y^2}(t) = \mathrm{E}\xi_i\eta_i\eta_{i+t}^2,$$

L'approximation statistique de $r_{xy}(0)$ pouvant être représentée par

$$\rho_{x,y}(0) = \frac{r_{xy}(0) + \left[\frac{1}{n}\sum_1^n \xi_i\eta_i - r_{xy}(0)\right] - \left(\frac{1}{n}\sum_1^n \xi_i\right)\left(\frac{1}{n}\sum_1^n \eta_i\right)}{\sqrt{\left\{1 + \left[\frac{1}{n}\sum_1^n \xi_i^2 - 1\right] - \left(\frac{1}{n}\sum_1^n \xi_i\right)^2\right\}\left\{1 + \left[\frac{1}{n}\sum_1^n \eta_i^2 - 1\right] - \left(\frac{1}{n}\sum_1^n \eta_i\right)^2\right\}}} \tag{1}$$

nous en trouverons $\mathrm{E}[\rho_{xy}(0) - r_{xy}(0)]$ et $\mathrm{E}[\rho_{xy}(0) - r_{xy}(0)]^2$ en développant le dénominateur par les potences des valeurs entre parenthèses. Cette méthode bien connue nous donne

$$\begin{aligned}(2)\quad & \mathrm{E}\rho_{xy}(0) - r_{xy}(0) \\ & = \frac{1}{n}\left\{\frac{1}{2} r_{xy}(0)\left[\sum_{-n+1}^{n-1} r_x(t) + \sum_{-n+1}^{n-1} r_y(t) + \frac{3}{4}\sum_{-n+1}^{n-1}[r_{x^2}(t) - 1] + \frac{3}{4}\sum_{-n+1}^{n-1}[r_{y^2}(t) - 1] + \frac{1}{2}\sum_{-n+1}^{n-1}[r_{x^2y^2}(t) - 1]\right]\right. \\ & \qquad \left. - \sum_{-n+1}^{n-1} r_{xy}(t) - \frac{1}{2}\sum_{-n+1}^{n-1}[r_{(xy)x^2}(t) - r_{xy}(0)] - \frac{1}{2}\sum_{-n+1}^{n-1}[r_{(xy)y^2} - r_{xy}(0)]\right\} + \ldots,\end{aligned}$$

d'où il suit que si toutes les sommes (2) ont des limites finies quand n croît indéfiniment, le carré de l'erreur quadratique de $\rho_{xy}(0)$, $(\sigma^2_{\rho^0_{xy}})$ ne différera

(1) Séance du 9 septembre 1929.

de $E[\rho_{xy}(0)-r_{xy}(0)]^2$ que par des termes de l'ordre $1/n^2$, $1/n^3$, ... Nous trouverons alors

$$(3)\quad \sigma^2_{\rho^0_{xy}}=\frac{1}{n}\Bigg\{\sum_{-n+1}^{n-1}[r_{(xy)(xy)}(t)-r^2_{xy}(0)]$$

$$-r_{xy}(0)\left[\sum_{-n+1}^{n-1}[r_{(xy)x^2}(t)-r_{xy}(0)]+\sum_{-n+1}^{n-1}[r_{(xy)y^2}(t)-r_{xy}(0)]\right]$$

$$+\frac{1}{4}r_{xy}(0)\left[\sum_{-n+1}^{n-1}[r_{x^2}(t)-1]\right.$$

$$\left.+\sum_{-n+1}^{n-1}[r_{y^2}(t)-1]+2\sum_{-n+1}^{n-1}[r_{x^2y^2}(t)-1]\right]\Bigg\}$$

$$+\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

d'où il suit pour le cas de l'indépendance de x_i et y_j

$$(4)\qquad \sigma^2_{\rho^0_{xy}}=\frac{1}{n}\sum_{-n+1}^{n-1}r_x(t)r_y(t)+\ldots$$

et pour le cas de la corrélation normale

$$(5)\quad \sigma^2_{\rho^0_{xy}}=\frac{1}{n}\Bigg\{\sum_{-n+1}^{n-1}r_x(t)r_y(t)+\sum_{-n+1}^{n-1}r_{xy}(t)r_{xy}(-t)$$

$$-2r_{xy}(0)\sum_{-n+1}^{n-1}[r_x(t)+r_y(t)]r_{xy}(t)$$

$$+\frac{1}{2}r^2_{xy}(0)\left[\sum_{-n+1}^{n-1}r^2_x(t)+\sum_{-n+1}^{n-1}r^2_y(t)+2\sum_{-n+1}^{n-1}r^2_{xy}(t)\right]\Bigg\}+\ldots.$$

Supposons que $x(t_1)$, $x(t_2)$, $x(t_3)$, $x(t_4)$, où $t_1<t_2<t_3<t_4$, se laissent séparer en deux groupes indépendants si la distance parmi les groupes $t_{i+1}-t_i>\omega$. En posant alors dans (3) $y(t)=x(t+\tau)$ nous trouverons pour l'erreur quadratique de $\rho_x(\tau)$, calculée d'une suite de $n+\tau$ termes,

$$(6)\qquad \sigma^2_{\rho_x(\tau)}=\frac{1}{n}\sum_{-\omega}^{\omega}r^2_x(t)+\ldots\qquad (n>\omega,\ \tau>2\omega).$$

et sous les mêmes conditions par la même méthode nous obtiendrons le coefficient de corrélation entre $\rho_x(\tau)$ et $\rho_x(\tau+T)$, calculés de n et

de $n - T$ termes, resp., d'une suite à $n + \tau$ termes

$$(7)\quad r_{\rho_x}^{(\tau)}(T) = \sqrt{\frac{n-T}{n}}\,\frac{\sum_{-\omega}^{\omega} r_x(t)\,r_x(t+T)+\ldots}{\sum_{-\omega}^{\omega} r_x^2(t)+\ldots}\qquad (n - T > \omega,\ \tau > 2\omega,\ T > 0),$$

d'où il suit que de la périodicité approximative apparente de $\rho_x(\tau)$ la conclusion sur la périodicité réelle de $x(t)$ n'est pas généralement admissible (voir ma Note, *Comptes rendus*, 185, p. 169).

GÉOMÉTRIE. — *Les tétraèdres invariants par applicabilité projective attachés aux points d'une surface.* Note de M. **E. Bompiani.**

1. Il est bien connu qu'à chaque point régulier P d'une surface σ non réglée de l'espace ordinaire on peut attacher un tétraèdre iuvariant par applicabilité projective : les arêtes issues de P sont les tangentes asymptotiques et la normale projective de Fubini; la troisième arête, située dans le plan tangent, est la polaire réciproque de cette dernière par rapport à la quadrique de Lie relative à P.

2. La normale projective a une signification géométrique assez cachée (à la différence des autres droites canoniques, comme celles de Wilczynski, de Green, etc.); j'en ai donné récemment [1] une construction qui me semble assez simple et naturelle. On peut aussi définir sur cette normale le sommet opposé au plan tangent en P [2]. Je me propose de donner ici une construction directe et tout à fait immédiate de ce sommet et par là même de tout le tétraèdre invariant.

3. Il faut que je rappelle une notion dont j'ai fait fréquemment usage. Soit C une courbe de σ passant par P et envisageons la surface réglée formée par les tangentes asymptotiques d'un système aux différents points de C. J'appelle [3] *quadrique asymptotique osculatrice* à C en P la quadrique oscula-

---

(1) *Determinazioni varie delle normali proiettive di una superficie* (*Rendic. Accad. Lincei*, 6e série, 9, 1929, p. 79).

(2) *Nozioni di geometria proiettivo-differenziale*, etc. (*Rendic. Accad. Lincei*, 5e série, 33, 1924, p. 85).

(3) *Ancora sulla geometria delle superficie considerate nello spazio rigato* (*Rendic. Accad. Lincei*, 6e série, 4, III, 1926, p. 262).

trice à la surface réglée le long de la génératrice passant par P (il y a naturellement deux telles quadriques en P).

4. Si $x^i(u, v)$ est une représentation paramétrique quelconque de la surface σ rapportée à ses lignes asymptotiques $u\,(dv = 0)$ et $v\,(du = 0)$, les x satisfont à un système de la forme

$$(1)\qquad x_{uu} = a x_u + \beta x_v + c x; \qquad x_{vv} = a' x_v + \gamma x_u + c' x \qquad \left(x_u = \frac{\partial x}{\partial u}, \ldots\right);$$

les formes élémentaires $\beta\, du^2/dv$ *et* $\gamma\, dv^2/du$ sont invariantes (1) (c'est-à-dire qu'elles ne dépendent pas du facteur arbitraire dont on peut affecter les x^i, ni du choix des paramètres u, v).

Considérons maintenant sur σ l'équation différentielle (2)

$$(2)\qquad v'' = A + Bv' + Cv'^2 + Dv'^3 \qquad (v' = dv/du),$$

avec $A = \beta$.

Les quadriques osculatrices du premier système (c'est-à-dire construites avec les tangentes aux lignes u) *aux lignes intégrales de* (2) *en* P *vont passer par un même point, qui se construit au moyen de* B, C, D (sans intégrer l'équation) (3). *Si l'on fixe* B *et* C *et si l'on fait varier* D, *ce point décrit une droite qui contient le sommet du tétraèdre opposé au plan tangent.*

On a ainsi, pour construire ce sommet, un moyen indépendant de toute normalisation ; il est bien entendu qu'on arriverait à la même conclusion en partant des équations (2) dans lesquelles $D = -\gamma$ et en considérant les quadriques osculatrices de l'autre système.

J'ajouterai pour terminer que *si, pour* $A = \beta$, *on fixe* D *en faisant varier* B *et* C, *le point de concours des quadriques osculatrices décrit une des quadriques de Darboux relatives à* P : *on les obtient toutes en faisant varier* D.

---

(1) *Le forme elementari e la teoria proiettiva delle superficie* (*Bollett. Unione Matem. Ital.*, 6e série, 5, 1926, p. 167 et 209).

(2) Ce type d'équations a fait l'objet d'études remarquables de Liouville, Lie, Tresse, etc. ; les *géodésiques d'une connexion projective* suivant M. E. Cartan conduisent à ce type. J'ai caractérisé les courbes intégrales, par rapport au groupe des applicabilités projectives de la surface, dans ma Note *Ancora sulla geometria*, etc. (déjà citée) et, pour une surface hyperspatiale, dans celle-ci : *L'intorno del 2° ordine e i sistemi pluriassiali di una superficie qualsiasi* (*Memorie Accad. delle Scienze di Bologna*, 8e série, 4, 1927, p. 1).

(3) Voir ma Note *Ancora sulla geometria* etc., no 6.

ALGÈBRE. — *Sur la théorie des idéaux dans les corps algébriques infinis.* Note de M. **Chevalley**, présentée par M. Hadamard.

M. W. Krull démontre [1] que dans un corps de nombres algébriques infini, il y a toujours un ensemble d'idéaux premiers dont le p. p. c. m. est divisible par un idéal premier différent de tous ceux de l'ensemble. Le fait peut s'interpréter en définissant dans l'ensemble des idéaux premiers d'un corps une notion de limite. Supposons que le corps considéré soit limite de corps finis K_i.

Si $\mathfrak{p}$ est un idéal premier du corps, l'ensemble de ses éléments contenus dans un K_i y forme un idéal premier $\mathfrak{p}_i$. Nous appellerons distance de deux idéaux premiers le nombre $\frac{1}{i}$, i étant l'indice du plus petit corps de la suite K_i tel que les idéaux premiers qui y sont définis par les idéaux donnés soient différents. Cette distance définit pour les idéaux premiers une limite. La distance de deux idéaux dépend évidemment de la suite approximante de corps choisie, mais il n'en est pas ainsi de la limite, comme le montre le théorème suivant :

La condition nécessaire et suffisante pour qu'un idéal premier divise le p. p. c. m. d'une infinité d'idéaux premiers est qu'il soit l'un de ces idéaux ou limite d'une suite de ces idéaux.

Les idéaux premiers d'un corps forment donc un espace ($\mathcal{D}$), dont la structure est donnée par le théorème suivant : *L'ensemble des idéaux premiers d'un corps est homéomorphe à un ensemble fermé discontinu linéaire.*

Les idéaux primaires. — Dans l'article cité, M. Krull montre que les idéaux primaires attachés à un idéal premier sont caractérisés chacun par un nombre positif, qu'il appelle leur valeur. Les idéaux premiers se divisent en deux catégories : les idéaux finis, pour lesquels les idéaux primaires sont des puissances de l'idéal premier; leurs valeurs sont des fractions dont le dénominateur ne dépend que de l'idéal premier, ce sont les valeurs propres de l'idéal; et les idéaux infinis, qui sont égaux à toutes leurs puissances; leurs idéaux primaires ont pour valeurs tous les nombres positifs; ils sont en général bien déterminés par leur valeur, sauf pour certaines valeurs, les valeurs spéciales de l'idéal, pour lesquelles il y a deux idéaux primaires, l'idéal fini et l'idéal infini, le premier divisant le second.

---

[1] W. Krull, *Idealtheorie in unendlichen algebraischen Zahlkörpern* (*Mathematische Zeitschrift*, 29, 1929, p. 42).

Les idéaux quelconques. — M. Krull démontre qu'un idéal $\mathfrak{m}$ est le p. p. c. m. d'une infinité d'idéaux primaires, chacun étant p. p. c. m. des idéaux primaires attachés à un idéal premier $\mathfrak{p}$ divisant $\mathfrak{m}$ qui divisent $\mathfrak{m}$. Ce sont les composants primaires de $\mathfrak{m}$. Cette représentation sera appelée la représentation canonique. Considérons la fonction d'un idéal premier $\mathfrak{p}$ du corps, qui est égale à la valeur du composant primaire relatif à $\mathfrak{p}$ dans $\mathfrak{m}$.

Elle ne détermine pas entièrement $\mathfrak{m}$ par suite de l'existence des valeurs spéciales. Si z est une valeur spéciale pour l'idéal $\mathfrak{p}$, nous introduisons un symbole ε et nous disons que la valeur de l'idéal fini de valeur z est z, tandis que celle de l'idéal infini est $z+\varepsilon$. En introduisant ce symbole, la fonction détermine $\mathfrak{m}$. Elle satisfait aux propriétes suivantes :

1° *Elle est semi-continue supérieurement.*

2° *Si le composant primaire relatif à un idéal* $\mathfrak{p}$ *est l'idéal fini* $\mathfrak{q}$ *de valeur spéciale* z, *il n'existe pas de suite d'idéaux primaires dont les idéaux premiers tendent vers* $\mathfrak{p}$ *et dont les valeurs, définies par la fonction, soient telles que le p. p. c. m. de ces idéaux soit divisible par l'idéal infini relatif* $\mathrm{A}\mathfrak{p}$ *de valeur* $z+\varepsilon$.

3° *La valeur de la fonction pour un idéal premier fini est une valeur propre de cet idéal.*

Réciproquement, si une fonction possède ces trois propriétés, elle est représentation canonique d'un idéal.

La représentation canonique d'un idéal n'est pas la seule représentation de cet idéal; on démontre notamment que tout idéal peut se représenter comme p. p. c. m. d'une infinité dénombrable de ses composants primaires.

La représentation canonique du produit de deux idéaux s'obtient en faisant la somme des fonctions de représentation canonique de chacun d'eux; avec la convention suivante : $(z+\varepsilon)+z'=z+(z'+\varepsilon)=z+z'+\varepsilon$, ce symbole étant égal à $z+z'$ quand celui-ci n'est pas spécial, $(z+\varepsilon)+(z'+\varepsilon)=z+z'+\varepsilon$.

La condition nécessaire et suffisante pour que l'idéal $\mathfrak{m}$ divise l'idéal $\mathfrak{n}$ est que sa fonction de représentation canonique soit toujours au plus égale à celle de $\mathfrak{n}$ ($z+\varepsilon$ étant considéré comme plus petit que $z+z'$, quel que soit z' positif). Pour que l'on ait alors une représentation de $\mathfrak{n}$ comme produit $\mathfrak{m}\times\mathfrak{m}'$, il est d'abord nécessaire qu'il n'existe pas d'idéal premier $\mathfrak{p}$ tel que le composant primaire $\mathfrak{m}$ relatif à $\mathfrak{p}$ soit fini, le composant de $\mathfrak{m}$ étant infini. *Si cette condition est réalisée, on pourra définir une fonction qui ajoutée à la représentation canonique de* $\mathfrak{m}$ *donne celle de* $\mathfrak{n}$. *La condition de possibilité de la représentation est alors que cette fonction jouisse des propriétés* 1, 2, 3. D'ailleurs la représentation sera en général alors possible

d'une infinité de manières, car : *La condition nécessaire et suffisante pour que l'on ait* $\mathfrak{ab} = \mathfrak{a}$ *est que* $\mathfrak{b}$ *soit p. p. c. m. d'idéaux premiers divisant* $\mathfrak{a}$ *et tels que leurs composants primaires dans* $\mathfrak{a}$ *ne soient pas des idéaux finis de valeurs spéciales.* D'ailleurs on peut indiquer une classe d'idéaux $\mathfrak{m}$ telle que, dans cette classe, la divisibilité entraîne la représentation unique comme produit : ce sont les idéaux dont la fonction de représentation est continue et qui n'admettent pas de composants primaires de valeurs spéciales.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales de Stieltjes.* Note [1] de M. **Jacques Chokhate**, transmise par M. Paul Appell.

Le but de cette Note est d'étendre aux intégrales de Stieltjes certaines inégalités importantes susceptibles d'applications diverses.

1. Soient données, dans un certain intervalle (a, b), des fonctions continues $f_i(x)$, $\varphi_i(x)$ $(i = 1, 2, \ldots, n)$ et une fonction monotone non décroissante $\psi_1(x)$. On a alors la *formule fondamentale* suivante :

$$(1)\quad \begin{vmatrix} \int_a^b f_1\varphi_1\,d\psi & \ldots & \int_a^b f_1\varphi_n\,d\psi \\ \ldots & \ldots & \ldots \\ \int_a^b f_n\varphi_1\,d\psi & \ldots & \int_a^b f_n\varphi_n\,d\psi \end{vmatrix} = \frac{1}{n!}\underbrace{\int_a^b\cdots\int_a^b}_{(n\text{ fois})} \begin{vmatrix} f_1(x_1) & \ldots & f_1(x_n) \\ \ldots & \ldots & \ldots \\ f_n(x_1) & \ldots & f_n(x_n) \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} \varphi_1(x_1) & \ldots & \varphi_1(x_n) \\ \ldots & \ldots & \ldots \\ \varphi_n(x_1) & \ldots & \varphi_n(x_n) \end{vmatrix} \prod_1^n{}_i\, d\psi(x_i).$$

Cette méthode fournit des inégalités diverses en y précisant n, f_i, φ_i, ψ.

1° Prenons $n = 2$, $f_1(x) \equiv \varphi_1(x)$, $f_2(x) \equiv \varphi_2(x)$. On obtient

$$(2)\quad \left(\int_a^b f_1 f_2\,d\psi\right)^2 - \int_a^b f_1^2\,d\psi \int_a^b f_2^2\,d\psi = \frac{1}{2}\int_a^b\int_a^b \begin{vmatrix} f_1(x_1) & f_1(x_2) \\ f_2(x_1) & f_2(x_2) \end{vmatrix} d\psi(x_1)\,d\psi(x_2),$$

ce qui exprime l'inégalité de Schwarz.

---

[1] Séance du 14 octobre 1929.

2° $n=2$, $f_2 \equiv \varphi_2 \equiv 1$. On obtient (en remplaçant f_1, φ_1 par f, φ)

$$\int_a^b d\psi \int_a^b f\varphi\, d\psi - \int_a^b f\, d\psi \int_a^b \varphi\, d\psi$$
$$= \frac{1}{2}\int_a^b \int_a^b [f(x_2)-f(x_1)][\varphi(x_2)-\varphi(x_1)]\, d\psi(x_1)\, d\psi(x_2),$$

ce qui exprime l'inégalité (généralisée) de Tchebycheff

(3) $$\int_a^b d\psi \int_a^b f\varphi\, d\psi \gtrless \int_a^b f\, d\psi \int_a^b \varphi\, d\psi,$$

ayant lieu pour deux fonctions f, φ monotones dans (a, b), avec le signe $>$ ou $<$ respectivement, suivant que f et φ varient dans le même sens ou dans le sens opposé. Pour passer au cas des intégrales ordinaires (au sens de Riemann ou de Lebesgue) il suffit de poser, dans (1-3), $\psi(x) = \int p(x)\, dx + C$, $p(x) \geqq 0$ dans (a, b) (1).

3° Une somme quelconque $\sum_1^n a_i b_i$ peut être représentée, et cela d'une infinité de manières, comme une intégrale de Stieltjes. Il suffit de poser $a_i = \sigma_i \beta_i$ avec $\sigma_i > 0$ ($i = 1, 2, \ldots, n$) et de considérer les σ_i comme des sauts brusques aux points x_i appartenant à un certain intervalle (a, b) d'une fonction $\psi(x)$ y non décroissante, et en égalant les β_i, b_i respectivement à $f(x_i)$, $\varphi(x_i)$, f et φ étant continues dans (a, b). Alors

(4) $$\sum_1^n a_i b_i = \int_a^b f\varphi\, d\psi.$$

Cette représentation faite, on peut appliquer l'inégalité (3)

(5) $$n\sum_1^n a_i b_i \gtrless \sum_1^n a_i \sum_1^n b_i \qquad (\sigma_1 = \sigma_2 = \ldots = \sigma_n = 1),$$

(6) $$\frac{\sum_1^n u_i v_i}{\sum_1^n v_i} \gtrless \frac{\sum_1^n u_i w_i}{\sum_1^n w_i} \qquad \left(v_i, w_i > 0;\ \sigma_i = w_i,\ a_i = \frac{v_i}{w_i},\ b_i = u_i\right).$$ (2)

(1) La formule (1), pour le cas particulier $p(x) \equiv 1$, a été établie par E. FISCHER, *Ueber den Hadamardschen Determinantensatz* (*Archiv für Mathematik und Physik*, 3e série, 13, 1908, p. 32-40, 39).

(2) Cf. *Correspondance d'Hermite et de Stieltjes*, 2, p. 142, 3. 6, 194.

Dans (5), (6) les quantités a_i, b_i, u_i, $\frac{v_i}{w_i}$ sont rangées par ordre de grandeurs croissante ou décroissante, le signe $\gtrless$ étant comme dans (3).

Donc, toutes ces inégalités (et plusieurs analogues) ont leur origine commune dans la formule (1).

4° On peut prendre dans (1) $f_i(x) = x^{i-1}$, $\varphi_i(x) = \mathrm{F}(x)x^{i-1}$ ($i = 1, 2, \ldots, n$).

2. Appliquons la représentation (4) aux inégalités suivantes :

$$\sum_1^n |a_i b_i| \leqq \left\{ \sum_1^n |a_i|^s \right\}^{\frac{1}{s}} \left\{ \sum_1^n |b_i|^{\frac{s}{s-1}} \right\}^{\frac{s-1}{s}} \qquad (s > 1) \quad [1],$$

$$\left\{ \sum_1^n |a_i + b_i|^s \right\}^{\frac{1}{s}} \leqq \left\{ \sum_1^n |a_i|^s \right\}^{\frac{1}{s}} + \left\{ \sum_1^n |b_i|^s \right\}^{\frac{1}{s}} \qquad (s \geqq 1).$$

Cela donne $p(x)\,dx$ (voir plus haut) pouvant remplacer $d\psi(x)$:

$$(7) \qquad \left| \int_a^b f\varphi\, d\psi \right| \leqq \left\{ \int_a^b |f|^s\, d\psi \right\}^{\frac{1}{s}} \times \left\{ \int_a^b |\varphi|^{\frac{s}{s-1}}\, d\psi \right\}^{\frac{s-1}{s}} \qquad (s > 1),$$

$$(8) \qquad \left\{ \int_a^b |f_1 + f_2|^s\, d\psi \right\}^{\frac{1}{s}} \leqq \left\{ \int_a^b |f_1|^s\, d\psi \right\}^{\frac{1}{s}} + \left\{ \int_a^b |f_2|^s\, d\psi \right\}^{\frac{1}{s}} \qquad (s \geqq 1)$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une généralisation des polynomes d'Hermite.* Note [2] de M. **Krawtchouk**, transmise par M. Émile Borel.

Soit $\psi_m(x)$ le polynome de $m^{\text{ième}}$ degré déterminé par les égalités suivantes :

$$(1) \qquad \left\{ \begin{array}{l} \displaystyle\sum_{i=0}^{n-1} p_i \psi_l(x_i) \psi_m(x_i) = 0 \quad (l \neq m), \quad = 1 \quad (l = m) \\ \displaystyle\qquad \left(x_{i+1} - x_i = 1,\ p_i \geqq 0,\ \sum_{i=0}^{n-1} p_i = 1 \right). \end{array} \right.$$

---

[1] F. Riesz, *Ueber Systeme integrierbarer Funktionen* (*Mathematische Annalen*, 69, 1911, p. 449-497, 456).

[2] Séance du 23 septembre 1929.

Alors on a

$$(2)\quad \begin{cases} x\psi_m(x) = m_{-1}\psi_{m-1}(x) + m_0\psi_m(x) + m_1\psi_{m+1}(x) \\ \left[m_j = \sum_{i=0}^{u-1} p_i x_i \psi_m(x_i)\psi_{m+j}(x_i) \right] \end{cases}$$

et le minimum de l'expression

$$(3)\quad \mathfrak{J}_k(T_0, T_1, \ldots, T_{k-1}) = \sum_{i=0}^{u-1} p_i[T_0\psi_0(x_i) + \ldots + T_{k-1}\psi_{k-1}(x_i) - y(x_i)]^2 \qquad (k \leqq u)$$

est égal à

$$\mathfrak{J}_k(A_0, A_1, \ldots, A_{k-1}) = \sum_{i=0}^{u-1} p_i y^2(x_i) - A_0^2 - \ldots - A_{k-1}^2,$$

où

$$(4)\quad A_m = \sum_{i=0}^{u-1} p_i y(x_i)\psi_m(x_i).$$

Dans le cas remarquable $p_0 = p_1 = \ldots = p_{u-1}$, étudié par P. Tchebycheff, les polynomes ψ_m représentent une généralisation de ceux de Legendre. Nous voulons examiner un autre cas important, notamment celui où

$$(5)\quad p_i = P(i, u; p, q) = \binom{u-1}{i} p^i q^{u-1-i}, \qquad x_i = i \qquad (p > 0, q > 0, p + q = 1).$$

On peut démontrer que les fonctions ψ_m ont, sous cette hypothèse, la forme simple suivante :

$$(6)\quad \varphi_m(x, u; p, q) = \sqrt{\binom{u-1}{m}(pq)^m}\,\Delta^m P(x-m, u-m; p, q) : P(x, u; p, q)$$
$$= \sqrt{\binom{u-1}{m}^{-1}(pq)^{-m}} \sum_{i=0}^{m} (-1)^i \binom{u-x-1}{m-i}\binom{x}{i} p^{m-i} q^i$$

concernant comme cas limites les polynomes

$$(7)\quad \text{const.}\,\frac{x!}{a^x}\Delta^m\left[\frac{a^{x-m}}{(x-m)!}\right] \qquad (u \to \infty,\ p(u-1) = a = \text{const.})$$

et ceux d'Hermite

$$(8)\quad \text{const.}\,e^{t^2}\frac{d^m}{dt^m}(e^{-t^2}) \qquad \left[u \to \infty,\ x = p(u-1) + t\sqrt{2qp(u-1)}\right].$$

Les formules (2) et (4) deviennent, sous la même hypothèse (5), respec-

tivement

$$\sqrt{(m+1)(u-m-1)pq}\,\varphi_{m+1}(x)$$
$$=[p(u-1)+(q-p)m-x]\varphi_m(x)-\sqrt{m(u-m)pq}\,\varphi_{m-1}(x),$$

$$(9)\quad A_m=\sqrt{\binom{u-1}{m}(pq)^m}\sum_{i=0}^{u-1}y(x_i)\,\Delta^m P(x_i-m,\,u-m;\,p,\,q)$$
$$=(-1)^m\sqrt{\binom{u-1}{m}(pq)^m}\sum_{i=0}^{u-1}P(i-m,\,u-m;\,p,\,q)\,\Delta^m y(i-m),$$

Applications. — 1. L'évaluation des *moments généralisés incomplets*

$$R_m(x)=\sum_{i=0}^{x-1}P(i,\,u;\,p,\,q)\varphi_m(i,\,u;\,p,\,q)\qquad(m=1,\,2,\,\ldots,\,k)$$

de la fonction (5) est immédiate :

$$(10)\quad R_m(x)=\sqrt{\binom{u-1}{m}(pq)^m}.\Delta^{m-1}P(x-m,\,u-m;\,p,\,q)\qquad(m=1,\,2,\,\ldots,\,k).$$

Quant au moment $k^{-\text{ième}}$ incomplet factoriel

$$\rho_k(x)=\sum_{i=0}^{x-1}P(i,\,u;\,p,\,q).\binom{p(u-1)-x}{k}\qquad(k=0,\,1,\,2,\,\ldots),$$

il est une combinaison linéaire des expressions (10) et du moment $R_0(x)$ [résultat tout à fait trivial dans le cas limite (8)]. L'égalité de M. R. Frisch(1) est contenue dans la formule (10) comme un cas particulier ($m=1$).

2. Il est à noter le développement suivant :

$$P(x,\,u_1;\,p_1,\,q_1)=P(x,\,u;\,p,\,q)\sum_{m=0}^{u-1}\sqrt{\frac{(u-m-1)!}{m!\,(u-1)!}}(pq)^{-m}\varphi_m(x,\,u;\,p,\,q)$$
$$\times\sum_{i=0}^{m}(-1)^{m-i}\binom{m}{i}p^{m-i}q^{i}\left\{\frac{\partial^m[s^{u-m}(p_1t+q_1s)^{u_1}]}{\partial t^i\,\partial s^{m-i}}\right\}_{s,\,t=1}$$
$$(u\geqq u_1),$$

dont les cas limites correspondant aux polynomes (7) et (8) sont bien connus.

(1) Voir Ch. Jordan, *Statistique math.*, 1927, p. 85.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur les fonctions algébroïdes méromorphes du second degré*. Note de M. **Georges Valiron**, présentée par M. Émile Borel.

Nous appelons, avec Rémoundos, algébroïde méromorphe une fonction $u(z)$ définie par une équation

$$(1) \qquad \psi(u) \equiv A_\nu u^\nu + A_{\nu-1} u^{\nu-1} + \ldots + A_0 = 0,$$

dont les coefficients sont des fonctions entières données de z (on suppose qu'il n'y a pas de zéro commun à tous les coefficients).

1. Désignons par $u_q(z)$, $(q = 1, 2, \ldots, \nu)$ les ν branches de $u(z)$ et supposons connues les notations de M. R. Nevanlinna [1]. Une algébroïde méromorphe peut être caractérisée par la fonction

$$\frac{1}{\nu}\left[\frac{1}{2\pi}\sum_{1}^{\nu}\int_0^{2\pi}\overset{+}{\log}|u_q(re^{i\varphi})|\,d\varphi + N(r, A_\nu)\right],$$

que nous appellerons encore $T(r)$. Si l'on désigne par $A(z)$ le plus grand des modules des nombres $A_j(z)$, $(j = 0, 1, \ldots, \nu)$, les relations entre les coefficients et les racines de (1) montrent que la valeur absolue de

$$T(r) - \frac{1}{2\pi\nu}\int_0^{2\pi}\log A(re^{i\varphi})\,d\varphi$$

est bornée par un nombre ne dépendant que de ν et du premier terme du développement taylorien de $A_\nu(z)$ [2].

Pour étendre aux algébroïdes la méthode qui a conduit M. R. Nevanlinna à une inégalité fondamentale, il importe de montrer que la dérivée logarithmique d'une telle fonction jouit d'une propriété analogue à celle d'une fonction méromorphe, c'est-à-dire que, quel que soit q,

$$(2) \qquad m\left(r, \frac{u'_q}{u_q}\right) < K\left[\log T(R) + \overset{+}{\log}\frac{1}{R-r} + \overset{+}{\log} R + 1\right] \qquad (r < R < 2r).$$

K étant fini. J'ai vérifié ce fait dans les deux cas suivants :

1° $\nu = 2$;

2° $\nu = 3$ et $A_2 \equiv 0$.

---

(1) J'appelle $N(r, f)$ ce que M. Nevanlinna désigne par $N\left(r, \frac{1}{f}\right)$.

(2) Pour $\nu = 1$, on retombe sur la propriété de $T(r)$ donnée récemment par M. Henri Cartan (*Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1374-1376).

Dans ces deux cas les coefficients de l'équation vérifiée par $u' : u$ sont (lorsque le coefficient du terme de degré ν est pris égal à 1) des polynomes par rapport aux dérivées logarithmiques des coefficients et du discriminant de (1), mais ceci cesse d'avoir lieu dans certains cas pour $\nu = 3$, alors que (2) est encore vérifiée. Cette méthode ne permet donc pas de vérifier (2) dans le cas général [1].

2. *Ce qui suit s'applique aux algébroïdes vérifiant* (2), *notamment à toutes celles du second degré.* En écrivant l'identité de MM. Littlewood et Collingwood

$$(u - a_2)\ldots(u - a_p) \equiv \frac{\dfrac{u'}{u - a_1}}{B_1 \dfrac{u'}{u - a_1} + \ldots + B_p \dfrac{u'}{u - a_p}}$$

pour $u = u_q(z)$, $(q = 1, 2, \ldots, \nu)$ et en formant les fonctions symétriques élémentaires correspondantes, on arrive à l'inégalité

$$(3) \qquad \nu(p - 2\nu)\,T(r) < \sum_1^p N[r, \psi(a_i)] + S(r),$$

le reste $S(r)$ jouissant des propriétés énoncées par M. Nevanlinna dans le cas $\nu = 1$. En particulier, pour l'ordre fini, $S(r)$ est inférieur à $K \log r$. L'inégalité (3) jointe à l'inégalité évidente

$$N[r, \psi(a)] < \nu T(r) + K(a)$$

conduit à des résultats qui complètent ceux de Rémoundos et généralisent ceux relatifs aux fonctions méromorphes. Notamment, le défaut

$$\delta(a) = 1 - \overline{\lim_{r=\infty}} \frac{N[r, \psi(a)]}{\nu T(r)}$$

appartient au segment 0, 1; il est nul, sauf au plus pour un ensemble dénombrable de valeurs a; la somme des défauts relatifs aux a exceptionnels est au plus égale à 2ν. Pour tout a extérieur à un ensemble de mesure linéaire nulle, le rapport

$$\frac{N[r, \psi(a)]}{\nu T(r)}$$

tend vers 1 lorsque r croît indéfiniment (en restant extérieur à certains inter-

---

[1] M. Henri Cartan a vérifié que (2) a encore lieu, quel que soit ν, lorsque $A_{\nu-1}$, $A_{\nu-2}$, ..., A_2 sont identiquement nuls.

valles lorsque l'ordre est infini). Dans le cas de l'ordre fini ρ, la convergence de l'intégrale

$$\int^{\infty} \frac{\mathrm{N}[r, \psi(a)]}{r^{\rho+1}} dr$$

pour $2\nu+1$ valeurs de a entraîne la convergence de

$$\int^{\infty} \frac{\mathrm{T}(r)}{r^{\rho+1}} dr,$$

tandis que la convergence de la seconde intégrale entraîne celle de la première, quel que soit a, ce qui conduit pour ρ entier à une propriété d'invariance du genre des fonctions entières $\psi(a)$: ce genre est le même, sauf pour 2ν valeurs au plus de a.

Tout ceci s'étend, avec les modifications et restrictions habituelles, au cas où les A sont seulement holomorphes dans un cercle, ce qui conduit à d'autres propriétés des fonctions entières $\psi(a)$. Il conviendrait de reconnaître si ces propriétés appartiennent, moyennant les conventions introduites par M. Montel, aux combinaisons linéaires, à coefficients arbitraires, de $\nu+1$ fonctions entières données.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur la dérivée par rapport à* $\log r$ *de la fonction de croissance* $\mathrm{T}(r; f)$. Note de M. **Henri Cartan**, présentée par M. Émile Borel.

1. Soit $f(x)$ une fonction de la variable complexe x, méromorphe pour $|x| < \mathrm{R}$.

Dans une Note récente [1], j'ai indiqué la relation [2]

$$(1) \qquad \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \mathrm{N}(r; \rho e^{i\theta})\, d\theta = \mathrm{T}\left(r; \frac{f}{\rho}\right) - \overset{+}{\log} \frac{|f(0)|}{\rho} \qquad (r < \mathrm{R}),$$

d'où, en particulier, pour $\rho = 1$,

$$(2) \qquad \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \mathrm{N}(r; e^{i\theta})\, d\theta = \mathrm{T}(r; f) - \overset{+}{\log} |f(0)|.$$

---

[1] *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 521. Je conserve les notations de cette Note. Page 522 de cette Note, ligne 15, *au lieu de* $h(0, y) = 0$, *lire* $h(a, y) = 0$.

[2] Paragraphe 4, relation (4).

Désignons, suivant l'usage, par $n(r; a)$ le nombre des zéros (¹) de $f(x) - a$, dont le module est inférieur à r. On sait que

$$n(r; a) = \frac{dN(r; a)}{d(\log r)}.$$

La relation (2) montre que $T(r; f)$ possède une dérivée, et l'on a

$$(3) \qquad t(r; f) = \frac{dT(r; f)}{d(\log r)} = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} n(r; e^{i\theta})\, d\theta,$$

$t(r; f)$ est une fonction positive, continue et non décroissante de r.

2. Considérons, dans le plan de la variable complexe y, le domaine riemannien $D(r)$ engendré par $y = f(x)$ pour $|x| \leqq r$. Appelons *fonction de recouvrement d'une circonférence* C du plan y, le quotient, par la longueur de C, de la somme des longueurs des arcs de C recouverts par $D(r)$, chacun d'eux étant compté n fois s'il est recouvert par n feuillets de $D(r)$. De la relation (3) résulte le théorème suivant :

Théorème I. — *La fonction de recouvrement de la circonférence* $|y| = 1$ *n'est autre que* $t(r; f)$. Plus généralement, *la fonction de recouvrement de la circonférence* $|y - y_0| = \rho$ *est égale à* $t\left(r; \frac{f - y_0}{\rho}\right)$.

3. Désignons maintenant par Δ l'un quelconque des domaines suivants dans le plan y : 1° l'intérieur d'un cercle; 2° l'aire comprise entre deux circonférences concentriques; 3° l'extérieur d'un cercle; 4° le plan tout entier.

Soit $d\sigma(y)$ l'élément d'aire de ce domaine, l'aire étant comptée sur la sphère de Riemann dans les deux derniers cas; soit S l'aire totale de Δ. Soit enfin

$$U(r; f) = \frac{1}{S}\iint_{\Delta} N(r; y)\, d\sigma(y).$$

En utilisant les relations (1) et (2), on trouve aisément (²)

$$(4) \qquad |U(r; f) - T(r; f)| < K,$$

K ne dépendant que du domaine Δ et de $f(0)$, nullement de r. D'ailleurs $\frac{dU(r; f)}{d(\log r)}$ est égale à la *fonction de recouvrement de l'aide du domaine* Δ, fonction dont la définition est analogue à celle donnée au paragraphe 2.

(¹) Chaque zéro est compté autant de fois que l'exige son ordre de multiplicité.

(²) M. Shimizu [*On the theory of meromorphic functions* (*Jap. Journal of Math.*, 6, 1929, p. 119-171)] avait déjà établi ce résultat, par une méthode différente, et seulement dans le cas où Δ est le plan tout entier.

4. Supposons maintenant $f(x)$ *méromorphe dans tout le plan, et non rationnelle.* Alors $t(r; f)$, et, d'une façon générale, toute fonction de recouvrement, augmente indéfiniment avec r. A l'aide de (4) et de

$$\left|T\left(r; \frac{f-y_0}{\rho}\right) - T(r; f)\right| < H, \tag{5}$$

H étant indépendant de r, on démontre :

Théorème II. — *$u_1(r)$ et $u_2(r)$ désignant deux quelconques des fonctions de recouvrement* (envisagées aux paragraphes 2 et 3), *on a, pour tout $\alpha > \frac{1}{2}$, et pour tout r extérieur à des intervalles dans lesquels la variation totale de* $\log r$ *est finie* ([1]),

$$|u_1(r) - u_2(r)| < [u_1(r)]^\alpha;$$

en particulier, $\frac{u_1(r)}{u_2(r)}$ tend vers un quand r tend vers l'infini en restant extérieur aux intervalles précédents.

5. Étant donnée une courbe fermée formée d'un nombre fini d'arcs analytiques, ou un domaine connexe limité par un nombre fini de telles courbes, on peut encore définir une fonction de recouvrement, à laquelle s'applique encore le théorème II dans le cas où $f(x)$ est méromorphe dans tout le plan. Pour une courbe fermée Γ, on prendra le quotient par 2π de la somme des pseudo-longueurs des arcs de Γ recouverts par $D(r)$; la pseudo-longueur est, par définition, la longueur de l'arc de $|y| = 1$ qui correspond à l'arc envisagé de Γ, dans une certaine représentation conforme de l'intérieur de Γ sur $|y| < 1$.

6. Enfin M. Valiron m'a suggéré que tous les résultats précédents étaient sans doute encore valables pour une *fonction algébroïde méromorphe.* Nous avons ensuite vérifié qu'il en est bien ainsi, car les relations (1) et (2), par exemple, s'appliquent presque sans changement aux fonctions algébroïdes.

---

(1) Ces intervalles dépendent seulement de la fonction $f(x)$, de α, nullement des fonctions u_1 et u_2 envisagées.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *La régularité des fonctions à croissance très rapide et très lente.* Note de M. **Podtiaguine**, présentée par M. Émile Borel.

La notion de l'ordre de régularité de la croissance des fonctions que j'ai donnée dans ma Note précédente [1] permet de donner une définition nouvelle de la régularité des fonctions à croissance très rapide et très lente. Cette définition nous conduira aux deux théorèmes qui caractériseront bien la régularité de la croissance de ces fonctions.

Nous dirons que la fonction $y(x)$ est *à croissance très rapide* et *régulière*, si toutes les fonctions en nombre infini

$$(1) \quad y(x), \quad \nu(x)=\frac{xy'(x)}{y(x)}, \quad \nu_1(x)=\frac{x\nu'(x)}{\nu(x)}, \quad \ldots, \quad \nu_n(x)=\frac{x\nu'_{n-1}(x)}{\nu_{n-1}(x)}, \quad \ldots$$

tendent vers $+\infty$ avec x, et si, en outre, toutes les expressions

$$\frac{yy''}{y'^2}, \quad \frac{\nu\nu''}{\nu'^2}, \quad \frac{\nu_1\nu''_1}{\nu'^2_1}, \quad \ldots, \quad \frac{\nu_n\nu''_n}{\nu'^2_n}, \quad \ldots$$

tendent en même temps vers des limites déterminées et finies. On peut démontrer que ces limites ne peuvent être égales qu'à l'unité. On démontre aussi facilement que les fonctions (1) possèdent presque toutes les propriétés des fonctions

$$y(x), \quad \nu(x), \quad \nu_1(x), \quad \nu_2(x), \quad \ldots, \quad \nu_n(x)$$

formées pour une fonction régulière $y(x)$ dont l'ordre de la croissance est égal à $\omega^n k$ [2].

Nous dirons aussi que la fonction $y=y(x)$ est une fonction *régulière à croissance très lente*, si sa fonction inverse $x=x(y)$ est une fonction régulière à croissance très rapide.

Supposons donc que toutes les fonctions en nombre infini

$$x(y), \quad \nu(y)=\frac{yx'(y)}{x(y)}, \quad \nu_1(y)=\frac{y\nu'(y)}{\nu(y)}, \quad \ldots, \quad \nu_n(y)=\frac{y\nu'_{n-1}(y)}{\nu_{n-1}(y)}, \quad \ldots$$

---

(1) *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 493.

(2) Voir mon Mémoire *Sur une classe de fonctions croissantes* (*Annali di matematica*, 4e série, 5, 1927-1928, p. 208-214) et ma Note dans les *Comptes rendus*, 183, 1926, p. 340-342.

tendent vers $+\infty$ avec y et qu'on ait les égalités

$$\lim_{y=\infty} \frac{x(y)x''(y)}{[x'(y)]^2} = 1, \qquad \lim_{y=\infty} \frac{\nu(y)\nu''(y)}{[\nu'(y)]^2} = 1, \quad \ldots, \quad \lim_{y=\infty} \frac{\nu_n(y)\nu''_n(y)}{[\nu'_n(y)]^2} = 1, \quad \ldots.$$

Formons maintenant des fonctions

$$(2) \quad \mu(x) = \frac{1}{x} : \frac{y'(x)}{y(x)}, \quad \mu_1(x) = \frac{\mu'(x)}{\mu(x)} : \frac{y'(x)}{y(x)}, \quad \ldots, \quad \mu_n(x) = \frac{\mu'_{n-1}(x)}{\mu_{n-1}(x)} : \frac{y'(x)}{y(x)}, \quad \ldots.$$

En changeant ici la variable x par son expression $x(y)$, on trouve facilement

$$\mu(x) = \nu(y), \quad \mu_1(x) = \nu_1(y), \quad \mu_2(x) = \nu_2(y), \quad \ldots, \quad \mu_n(x) = \nu_n(y), \quad \ldots.$$

Puisque le changement simple des variables transforme la suite des fonctions (2) dans la suite des fonctions (1), les fonctions de la première suite doivent posséder toutes les propriétés des fonctions de la seconde.

A propos des fonctions régulières à croissance très rapide et très lente j'ai pu démontrer ces deux théorèmes :

THÉORÈME 1. — *Toute fonction régulière $y(x)$ à croissance très rapide vérifie l'égalité*

$$\lim_{x=\infty} \frac{y\left\{x + \dfrac{y_1(x)}{\log y \log_2 y \log_3 y \ldots \log_{n-1} y (\log_n y)^{1+\varepsilon}}\right\}}{y(x)} = 1,$$

quelque petit que soit le nombre positif ε donné à l'avance, n étant un nombre entier et positif quelconque et $y_1(x)$ une fonction positive quelconque dont la croissance n'est pas très rapide.

THÉORÈME 2. — *Toute fonction régulière à croissance très lente vérifie l'égalité*

$$\lim_{x=\infty} \frac{y[x + ax \log x \log_2 x \ldots \log_n x]}{y(x)} = 1,$$

a étant un nombre positif quelconque, et n un entier positif quelconque.

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur la détermination d'une surface d'après les données qu'elle porte.* Note ([1]) de M. **D. Riabouchinsky**, présentée par M. Hadamard.

Soit $\mathcal{D}$ un domaine limité intérieurement par une surface Σ, formée d'une ou plusieurs surfaces fermées distinctes et φ une fonction harmonique

([1]) Séance du 14 octobre 1929.

dans $\mathcal{D}$, régulière à l'infini. M désignant un point de Σ, il semble exister une certaine loi de réciprocité entre les quatre fonctions qui déterminent Σ, φ, φ_M, $\frac{d\varphi}{dn_M} = q$, prises deux à deux, et l'on est conduit ainsi à considérer six classes de problèmes que nous grouperons comme suit :

Problèmes.	Données.	Inconnues.
I (de Dirichlet)	φ_M, Σ	φ, q
II	φ_M, q	φ, Σ
III (de Neumann)	q, Σ	φ_M, φ
IV	q, φ	φ_M, Σ
V	φ, Σ	q, φ_M
VI	φ, φ_M	q, Σ

avec des problèmes intérieurs analogues et en plus un certain nombre de problèmes mixtes.

Dans une Note antérieure ([1]) j'ai discuté un problème appartenant à la classe IV, en mentionnant qu'il peut être considéré comme problème inverse à celui de Neumann, et est démontré l'unicité de la solution obtenue.

L'unicité des solutions des problèmes groupés dans le tableau paraît être la règle, mais avec quelques restrictions dans certains cas, comme celles du problème de Neumann et du problème de M. Henri Villat des solutions multiples en hydrodynamique.

Le problème des cavitations et celui des surfaces de glissement conduisent à des problèmes de la classe II et mixtes (II, III).

Dans un travail qui paraîtra prochainement, je démontre que le cercle est le seul contour plan isolé portant les données

$$\varphi = \text{const.}, \qquad q = \frac{d\varphi}{dn} = \text{const.} \tag{1}$$

Cette démonstration confirme une remarque faite par M. B. Demtchenko dans sa Thèse ([2]). Ce problème a aussi fait l'objet des recherches de M. G. Bouligand ([3]).

Mais si, au lieu d'un contour isolé, on a plusieurs contours distincts,

---

([1]) *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 181.

([2]) Page 12 (A. Blanchard, Paris, 1928).

([3]) *Bulletin des Sciences mathématiques*, 52, 1928, p. 383; *Notice sur les recherches d'hydrodynamique* de M. G. Bouligand, p. 9 (Paris, 1929).

d'autres solutions sont possibles dans certains cas, et je donne dans cette Note des exemples de contours autres que le cercle, portant les données (1). On retrouve le cercle comme cas limite lorsque la distance entre les contours distincts croît indéfiniment.

Soit un système de cavités disposées le long d'une droite, équidistantes, et ayant, à l'instant considéré, la même forme. Nous discuterons deux cas : celui où toutes les cavités se contractent ou se dilatent simultanément et celui où, les cavités numérotées paires se dilatant, les cavités impaires se contractent ou vice-versa. Il est évident que le premier problème est équivalent à celui d'une cavité et le deuxième à celui d'un tourbillon creux entre deux parois rectilignes. L'interprétation électrostatique est également évidente.

Le premier mouvement (cavité entre deux parois rectilignes) est déterminé par les équations

$$(2)\quad \begin{cases} \pi\dfrac{1+k'}{2}\dfrac{z}{h} = k'\log(\operatorname{dn}u + k\operatorname{cn}u) - i\operatorname{arctang}\dfrac{k\operatorname{sn}u}{\operatorname{dn}u} + k'\log k', \\ w = \dfrac{2\psi_0}{\pi}\log(\operatorname{cn}u - i\operatorname{sn}u), \qquad \psi_0 = \dfrac{k}{1+k'}hq_0, \end{cases}$$

où $z = x + iy$ est l'affixe d'un point du courant et $w = \varphi + i\psi$ le potentiel complexe. $2h$ est la distance entre les deux parois rectilignes, q_0 la vitesse sur la surface libre, k, k' le module et le module complémentaire des fonctions de Jacobi. En nommant $2a$ l'axe horizontal de la cavité (parallèle aux parois) et $2b$ son axe vertical, on a

$$\frac{a}{h} = \frac{2k'}{\pi(1+k')}\log\frac{1+k}{k'}, \qquad \frac{b}{h} = \frac{2}{\pi(1+k')}\operatorname{arctang}\frac{k}{k'}.$$

La solution du deuxième problème (tourbillon creux entre deux parois rectilignes) a été obtenue par Michell (*Phil. Trans. Royal Soc.*, *A*, 181, 1890). Cette solution peut aussi être mise, avec les notations du problème précédent, sous la forme

$$(3)\quad \begin{cases} \pi\dfrac{z}{h} = \log\left(\operatorname{dn}\dfrac{w}{m} + k\operatorname{cn}\dfrac{w}{m}\right) - i\operatorname{arctang}\dfrac{k\operatorname{sn}\dfrac{w}{m}}{\operatorname{dn}\dfrac{w}{m}} - \log k', \\ \dfrac{a}{h} = \dfrac{1}{\pi}\log\dfrac{1+k}{k'}, \qquad \dfrac{b}{h} = \dfrac{1}{\pi}\operatorname{arctang}\dfrac{k}{k'}, \qquad m = \dfrac{kq_0h}{\pi}. \end{cases}$$

On obtient les équations paramétriques des contours portant les don-

nées (1) en posant dans les équations (2) $\varphi = 0$ et dans l'équation (3) $\psi = 0$.

En raison d'un théorème que j'ai démontré antérieurement [1], ces contours, considérés comme profils de surface libre de cavités cylindriques se confondant à l'instant initial t et à l'instant $t + dt$ avec des surfaces équipotentielles, ne peuvent continuer à se contracter ou à se dilater en restant des surfaces équipotentielles que dans les cas limites correspondant aux valeurs $k = 0$, $k = 1$, lorsque le contour se transforme en cercle ou en droites.

AÉRODYNAMIQUE. — *Nouveau principe d'établissement des grandes souffleries aérodynamiques.* Note de M. **A. Lapresle.**

Dans l'établissement des grandes souffleries aérodynamiques, on se heurte à des difficultés provenant de la nécessité d'installer des ventilateurs multiples, travaillant en parallèle pour provoquer l'écoulement de l'air dans la soufflerie.

Pour tourner ces difficultés, nous proposons de faire déboucher le diffuseur dans une grande chambre étanche où l'air est aspiré par des ventilateurs en nombre quelconque.

Les avantages de ce dispositif sur celui utilisé jusqu'ici et qui consiste à installer directement les ventilateurs dans le diffuseur même sont les suivants :

1° *Meilleure régularité du courant d'air.* — Si un ventilateur ne marche pas rigoureusement au même régime que les autres, il s'ensuivra seulement une baisse du coefficient d'utilisation de la soufflerie. L'air de la chambre dans laquelle puisent les ventilateurs se trouvera néanmoins à une dépression moyenne sensiblement uniforme, et le courant d'air dans la traversée de la chambre d'expériences gardera une répartition régulière.

2° *Simplification de la construction dans le cas d'une veine d'expérience de section non circulaire.* — On peut, dans ce système, donner au diffuseur une section de forme quelconque, elliptique par exemple, et l'on n'est pas obligé de constituer des tubes de raccordement, difficiles à tracer correctement, pour relier la sortie du diffuseur aux contours des cercles balayés par les pales des ventilateurs.

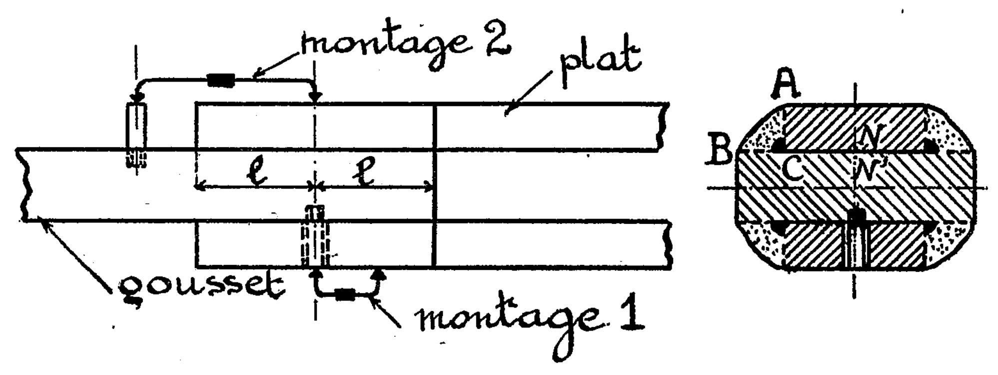
3° *Facilités de réglage de la vitesse.* — On peut obtenir un réglage continu de la vitesse, même avec des moteurs à réglages discontinus, en ralen-

(1) *Comptes rendus*, **182**, 1926, p. 1325.

tissant ou même en arrêtant certains des moteurs et en faisant intervenir, par des fentes réglables, des rentrées d'air extérieur directement dans la chambre d'aspiration.

MÉCANIQUE. — *Vérification de la résistance des soudures sans destruction de l'assemblage par une méthode extensométrique.* Note de M. **D. Rosenthal**, présentée par M. A. Mesnager.

1. *Principe de la méthode.* — Considérons deux pièces assemblées par rivure ou par soudure et soumises à une sollicitation quelconque *en dessous de la limite élastique*. L'importance des tensions créées de ce fait dans



l'élément de liaison (rivet ou cordon de soudure) pourra alors être appréciée par *le déplacement relatif des pièces assemblées au droit du joint.*

Ceci résulte des essais de M. Hœhn pour le cas de la rivure [1].

Nos essais l'ont démontré d'autre part, pour le cas des assemblages soudés par cordons latéraux (voir la figure). Nous avons trouvé en effet que le déplacement relatif des deux points tels que N et N', faisant respectivement partie du plat et du gousset, augmentait lorsque le recouvrement $2l$, et, par conséquent, la résistance du joint diminuait.

2. Mais nos essais nous ont montré de plus que le même principe restait valable pour le cas où, le recouvrement $2l$ étant maintenu constant, la diminution de résistance du joint a été provoquée par suite d'un défaut caché au point C [2], ainsi que le prouve le tableau suivant :

---

[1] E. Hœhn, *Rivure et soudure des chaudières à vapeur*, Zurich, 1924-1925, p. 61.

[2] Ce défaut, communément appelé défaut d'angle, est provoqué par le manque de pénétration ou d'adhérence du métal déposé ou bien par la non élimination du laitier.

N°. (1)	Mode d'assemblage. (2)	Montage. (3)	Dimensions: Plats en mm. (4)	Dimensions: Gousset en mm. (5)	Recouvrement $2l$ en mm. (6)	Déformation ([1]): Totale en mm. (7)	Déformation ([1]): Du plat ou du gousset en mm. (8)	Déformation ([1]): Déplacement relatif en mm. (9)	Résistance des cordons à la rupture en tonnes. (10)	Remarques. (11)
1.	par double recouvrement	1	60 × 10	80 × 15	65	$3,64.10^{-3}$	$0,96.10^{-3}$	$2,68.10^{-3}$	46,8	Rupture des plats à 43 T.
2.			»	»	»	4,32	»	3,36	37,3	Rupture des cordons ; défaut.
3.			»	»	»	4,54	»	3,58	36,1	»
4.			»	»	»	4,8	»	3,84	33,0	»
5.			»	»	»	4,9	»	3,96	31,0	»
6.		2	»	»	»	8,65	6,01	2,64	46,8	Voir n° 1.
7.			»	»	»	10,90	»	4,95	30,1	Rupture des cordons ; défaut.
8.		1	»	»	70	3,17	0,96	2,2	50	Voir n° 1.
9.			»	»	»	5,1	»	4,14	33	Rupture des cordons ; défaut.
10.		2	70 × 15	100×20	80	7,55	4,27	3,28	83	Rupture des plats à 80 T.
11.			»	»	»	13,45	»	9,16	35,3	Rupture des cordons ; défaut.
12.	par simple recouvre^mt^	1	60 × 10	80 × 15	70	2,34	0,96	1,38	22	Rupture des cordons sans défaut.
13.			»	»	»	4,06	»	3,10	14,5	Rupture des cordons ; défaut.

Dans ce dernier, les valeurs du déplacement relatif des pièces assemblées (colonne 9) ont été obtenues en retranchant des valeurs *relevées* (colonne 7) les valeurs calculées ([2]) de la déformation propre du plat (montage 1) ou du gousset (montage 2) (voir colonne 8).

Le tableau montre, d'accord avec les prévisions théoriques, que le déplacement relatif des pièces assemblées croît, en général, plus vite avec le

---

([1]) Les déformations correspondent à une surcharge de 2 kg/mm² dans les plats. Cette surcharge peut être imposée sans danger à la plupart des constructions métalliques. D'autre part, il résulte du tableau ci-dessus qu'elle est amplement suffisante pour déceler une diminution de résistance de l'ordre de 20 pour 100 avec les appareils courants imaginés pour l'auscultation des charpentes.

([2]) D'après les résultats de recherches sur les assemblages latéraux qui seront publiés prochainement.

défaut d'angle que la diminution de résistance de l'assemblage, circonstance qui augmente la sensibilité de la méthode.

Les essais actuellement en cours au laboratoire des matériaux de l'Université de Bruxelles ont pour but d'appliquer le même principe de vérification des soudures à d'autres modes d'assemblages et de rechercher une méthode appropriée aux besoins de la pratique.

ÉLECTRICITÉ. — *Contribution à l'étude du champ cylindrique dans l'air ionisé à la pression ordinaire*. Note de MM. **Pauthenier** et **Mallard**, présentée par M. A. Cotton.

I. *Position de la question*. — Considérons le cas particulièrement simple d'un fil fin de rayon r_0 porté à haute tension continue et négative V_m, et tendu dans l'axe d'un tube de section circulaire de rayon R_0 relié à la terre. Dans l'espace annulaire, la distribution de régime des charges dues à l'effet couronne modifie profondément le champ donné par le calcul classique du condensateur cylindrique.

La théorie de l'ionisation dans les gaz à la pression ordinaire est encore assez incertaine; d'autre part, l'origine de l'effet couronne est toujours complexe. Il nous a paru intéressant de considérer le courant d'ionisation i qui correspond à l'unité de longueur du condensateur cylindrique comme une variable indépendante, et de calculer la déformation du champ qu'il produit.

II. *Calcul du potentiel et du champ*. — Nous admettons que, sauf au voisinage immédiat du fil, l'ionisation par choc est négligeable et que les ions considérés ont partout une mobilité constante k. La première hypothèse est d'ailleurs aisée à confirmer expérimentalement.

Soit r l'abscisse radiale d'un point M du champ où le potentiel est V et le champ E, et admettons que les phénomènes réguliers commencent pratiquement sur la surface même du fil. La densité de charge négative en M est $\rho = \varphi(r)$, et V sera donné par l'équation de Poisson écrite en coordonnées cylindriques

$$(1) \qquad \frac{d^2 V}{dr^2} + \frac{1}{r}\frac{dV}{dr} + 4\pi\rho = 0.$$

Dans l'état de régime on a immédiatement

$$(2) \qquad \rho = \frac{i\,dt}{2\pi r\,dr} = \frac{i}{2\pi r} \times \frac{1}{k\mathrm{E}}.$$

D'où l'équation différentielle du problème

$$(3)\qquad r\frac{d^2V}{dr^2}\frac{dV}{dr}+\left(\frac{dV}{dr}\right)^2-2A=0 \qquad \text{avec} \qquad A=\frac{i}{k}.$$

On tire de là $E=-\frac{dV}{dr}$, puis V :

$$E=-\sqrt{\frac{C^2}{r^2}+2A}.$$

En posant

$$F(r)=C\mathcal{L}r+\sqrt{C^2+2Ar^2}-C\mathcal{L}(\sqrt{C^2+2Ar^2+C}),$$

on trouve

$$(4)\qquad V=F(r)-F(R_0),$$

C étant déterminé par la condition $V_m=F(r_0)-F(R_0)$.

III. Applications. — 1° *L'effet couronne est peu marqué.* — Le champ E est très voisin de la valeur classique $-\frac{C}{r}$. La densité ρ est sensiblement constante. De l'équation différentielle simplifiée, on tire directement :

$$E=-\frac{dV}{dr}=-\frac{C}{r}\left(1+\frac{A}{C^2}r^2\right),$$

$$V=C\mathcal{L}\frac{r}{R_0}+\frac{A}{2C}(r^2-R_0^2),$$

expressions que l'on peut déduire du développement limité de la formule (4).

2° *L'effet couronne est intense.* — Ce cas est très important au point de vue expérimental. Il conduit à des vérifications intéressantes et à des applications. Les données numériques usuelles montrent que $\frac{C^2}{2Ar^2}$ est en général inférieur à l'unité dans presque tout l'espace annulaire.

Ainsi avec

$r_0=0{,}03$ cm; $R_0=5{,}21$ cm; $V_m=24{,}2$ kilovolts; $i=13{,}2\,\mu$amp. $k=1{,}75$,

on trouve

$$\frac{C^2}{2A}=0{,}202.$$

Pour les points M tels que $r>0^{cm},5$, on peut écrire

$$E=-\frac{dV}{dr}=-\sqrt{2A}\left(1+\frac{C^2}{2Ar^2}\right)^{\frac{1}{2}}=-\sqrt{2A}\left[1+\frac{1}{2}\frac{C^2}{2Ar^2}-\frac{1}{8}\left(\frac{C^2}{2Ar^2}\right)^2+\dots\right],$$

$$(5)\qquad V=\Phi(r)-\Phi(R_0) \quad \text{avec} \quad \Phi(r)=r\sqrt{2A}\left[1-\frac{1}{2}\frac{C^2}{2Ar^2}+\frac{1}{24}\left(\frac{C^2}{2Ar^2}\right)^2+\dots\right].$$

En se reportant à l'exemple numérique, on voit que si l'on se contente de l'approximation du centième dans l'utilisation de la série alternée (5), on peut poser

$$\Phi(r) = r\sqrt{2A}\left[1 - \frac{C^2}{4Ar^2}\right]$$

si r est supérieur à environ $0^{cm},7$. Dans des cas encore plus remarquables (et réalisables) le terme $\frac{C^2}{4Ar^2}$ lui-même peut être négligé : la courbe des potentiels est sensiblement rectiligne. On arrive à ce résultat paradoxal que le champ du condensateur *cylindrique* est devenu un champ *constant*.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'exposant d'hydrogène de l'eau.* Note de MM. **A. Kling** et **A. Lassieur**, présentée par M. J. Perrin.

Nous avons donné (*Comptes rendus*, 181, 1925, p. 1062) le résultat de nos recherches relatives à l'exposant d'hydrogène de l'eau. Nos déterminations ont été faites par colorimétrie et par électrométrie (méthode potentiométrique) en rendant l'eau conductrice grâce à l'addition de chlorure de potassium. Nous avons trouvé ainsi que l'eau possédait un pH représenté environ par le nombre 5,8. Nous avons montré d'autre part (*Comptes rendus*, 182, 1926, p. 130) que cette acidité de l'eau ne pouvait être attribuée à du gaz carbonique qu'elle tiendrait en solution.

Nos mesures antérieures présentent le défaut de ne pas porter sur l'eau pure, mais sur celle-ci additionnée d'un sel, addition rendue indispensable, du fait de la trop faible conductibilité de l'eau, qui s'oppose à la mesure potentiométrique. On peut, en effet, redouter soit que le chlorure de potassium subisse une très légère hydrolyse, soit que sa présence modifie la dissociation de l'eau; en sorte qu'on pourrait objecter à nos expériences qu'elles fournissent des résultats qui ne peuvent être attribués à l'eau pure avec une entière certitude.

Les essais dont nous relatons ci-dessous les résultats ont porté sur l'eau pure. Nous avons constitué une pile $H^2/Aq - Hg^2Cl^2/Hg$ et nous avons mesuré sa différence de potentiel aux bornes avec l'électromètre à quadrants de Moulin. La pile a été reliée aux deux paires de quadrants, l'une de celles-ci étant en relation avec la terre. L'aiguille de l'instrument a été reliée à l'un des pôles d'une pile de 40 volts, dont l'autre pôle a été mis en communication avec la terre. Les déviations observées ont été comparées

à celles fournies par un élément Weston. Il a été trouvé ainsi que le pH de l'eau pure présentait une valeur de 5,6 environ.

La précision de nos mesures, assez médiocre, nous a engagé à rechercher une autre méthode d'évaluation du pH de l'eau. A cet effet, nous constituons une pile formée de deux électrodes d'hydrogène du modèle de Sörensen. L'une des électrodes renferme l'eau à étudier, l'autre contient un liquide de pH connu. Elles sont montées en opposition et réunies au moyen d'une liaison formée par de l'eau. Il est clair que si les deux électrodes renferment deux liquides ayant même exposant d'hydrogène, la force électromotrice de la pile sera nulle, abstraction faite des forces électromotrices de diffusion, d'ailleurs faibles. En faisant varier le pH du liquide de la seconde électrode, on observe une variation de la force électromotrice de la pile. Nous avons utilisé toute une série de liquides de pH variant de 5,2 à 6,2. Quand on effectue une suite de mesures avec ces différents liquides, on observe que la force électromotrice de la pile constituée comme il est dit ci-dessus décroît lorsque croît le pH du liquide de comparaison, qu'elle s'annule pour pH $= 5,8$, puis s'inverse et grandit de nouveau. Pour mettre en évidence le signe de la force électromotrice de la pile, nous relions celle-ci à un condensateur de 2 microfarads, au mica, que l'on charge durant quelques minutes, puis qui est mis en relation, au moyen d'un commutateur, avec un électromètre capillaire. Il a fallu recourir à ce dispositif, l'électromètre branché directement aux bornes de la pile ne fournissant aucune indication, du fait de la grande résistance du liquide.

Il est nécessaire pour que l'exécution de ces expériences soit correcte, d'observer certaines précautions :

1° Utiliser une électrode d'hydrogène faite d'un verre très résistant aux actions chimiques : pyrex, par exemple.

2° Soumettre la lame de platine platinée de l'électrode à des lavages préliminaires répétés jusqu'à ce qu'elle n'abandonne plus aucun principe soluble à l'eau qui la baigne.

3° Maintenir le condensateur en court circuit dans l'intervalle des mesures.

4° Attendre le temps nécessaire pour que l'électrode à eau ait pris son potentiel définitif. Ce temps est très notable et se compte par heures, alors que l'électrode renfermant les solutions de comparaison (liquides de Clarke) voit son potentiel se fixer très rapidement.

Faute d'observer cet ensemble de précautions, les déterminations perdent toute signification.

Cette méthode, à l'abri pensons-nous de la critique, confirme donc nos précédentes déterminations et nous conduit à penser que l'exposant d'hydrogène de l'eau doit bien posséder la valeur 5,8. L'eau pure n'est donc pas un solvant neutre.

Nous nous réservons de poursuivre cette étude et d'en tirer les conclusions qu'elle comporte.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Influence de la structure de la fonte sur les altérations subies aux températures élevées.* Note (¹) de M. **Auguste Le Thomas**, présentée par M. Léon Guillet.

Les caractéristiques mécaniques d'une fonte varient sensiblement avec la structure, qui dépend elle-même de la vitesse de refroidissement. Or, la structure d'une fonte portée à température assez élevée est profondément modifiée; la précipitation d'une quantité notable de graphite (²), outre son influence directe sur la résistance aux efforts mécaniques, favorise la fissuration due aux inégalités de dilatation et facilite la pénétration de la corrosion par le milieu avoisinant.

Au point de vue de l'emploi de la fonte dans les appareils thermiques, il y a intérêt à reculer la température de graphitisation et à étudier l'effet éventuel de la grosseur de structure, liée aux conditions de refroidissement du moulage.

J'ai étudié cette influence sur des fontes perlitiques, au moyen du dilatomètre différentiel Chevenard (³). Pour des barreaux de diamètres échelonnés, coulés à partir d'une même poche, la transformation A*c* se produit uniformément à 760°. La température de graphitisation augmente d'abord avec le diamètre du barreau, rejoint A*c* pour le barreau de 30^{mm}, puis, pour les barreaux plus gros, débute avec la mise en solution solide de la perlite.

La structure a donc une influence sensible sur la graphitisation; il est en effet naturel que la tendance au passage à l'équilibre stable soit d'autant plus accusée que l'alliage a été artificiellement écarté de cet état, c'est-à-dire par une circonstance indépendante des conditions de composition chimique; de plus, la finesse de structure doit aussi faciliter le déclenchement de la réaction.

(¹) Séance du 7 octobre 1929.

(²) P. Chevenard et A. Portevin, *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1492.

(³) P. Chevenard, *Comptes rendus*, 164, 1917, p. 916.

La température de graphitisation a été définie par MM. Portevin et Chevenard, comme étant celle où la dilatation linéaire due au phénomène est égale à $0,5 \times 10^{-3}$; à cette température, la graphitisation, de caractère assez soudain, est déjà avancée. Une limite de sécurité correspond à la température où les dilatations cessent exactement d'être réversibles; j'ai trouvé qu'elle était environ à 130° au-dessous de la température de graphitisation. Encore doit-on remarquer qu'à des températures plus basses, la graphitisation, quoique indécelable au dilatomètre différentiel, pour un chauffage de courte durée, n'est pas rigoureusement nulle: l'examen micrographique m'en a montré des manifestations dès 390°.

L'affaissement dû à la fusion de l'eutectique phosphoreux est plus rapidement sensible pour les barreaux minces (960°) que pour les plus gros (1020°), les proportions structurales de cet élément étant elles-mêmes différentes.

La transformation Ar se produit à 675° environ, avec une faible influence de la structure.

L'expansion résultant d'un cycle atteignant 850°, varie avec la structure : elle augmente rapidement lorsque la cémentite apparaît en proportion notable dans la structure originelle. L'amplitude de la transformation Ar suit une loi analogue. Dans une autre série d'expériences, j'ai cherché à atténuer les effets fissurants des inégalités de dilatation résultant des fortes amplitudes et de la brusquerie de G et Ac; leurs sens étant opposés, je suis arrivé à réduire l'amplitude totale, qui est passée de 17×10^{-4} à 2×10^{-4}, en réglant le déplacement de G, grâce à une grosseur de structure convenable.

Ainsi les gros barreaux se distinguent des plus minces par l'élévation des températures de graphitisation, et d'affaissement de l'eutectique phosphoreux, ainsi que par des amplitudes moins grandes de l'expansion résiduelle et de la transformation Ar; leur structure est aussi moins modifiée. La fonte refroidie lentement est donc plus stable que celle qui a été refroidie plus rapidement, et qui comporte de la cémentite libre. On a souvent proposé depuis Carpenter [1] de soustraire la fonte aux altérations dues aux températures élevées, en utilisant des produits à structure blanche; cette recommandation n'est valable que si la trempe résulte de conditions convenables de composition chimique; au contraire, une fonte dont la structure blanche résulte d'un refroidissement rapide après coulée s'altère plus.

---

(1) *Iron and Steel Institute Journal*, 1, 1911, p. 196.

TABLEAU.

Carbone total, 3,34 %; silicium %, 1,51; manganèse %, 0,57; soufre %, 0,07; phosphore %, 0,27.

Diamètre du barreau.	Dureté Brinell.	Structure après coulée.	Ac.	Température de graphitisation.	Affaissement eutectique triple.	Ar.	Expansion cycle 850°.	Amplitude Ar.
mm			°	°	°	°		
13,0	375	blanche	–	–	970	685	$+28,0\times10^{-4}$	–
16,0	318	truitée	760	665	960	675	27,5 »	$37,5\times10^{-4}$
20,5	253	id.	760	710	975	675	25,0 »	28,5 »
26,0	248	perlitique	760	750	990	675	20,0 «	24,0 »
30,0	230	avec excès	760	760	990	675	15,0 »	20,0 »
40,0	224	de	760	avec Ac	995	675	13,0 »	17,5 »
55,0	218	cémentite	760	id.	1020	675	10,0 »	16,0 »
59,5	218	tend vers le type	760	id.	>1000	675	7,5 »	14,0 »
80,5	213	perlitique pur	760	id.	1020	670 (*)	–	8,0 » (*)
100,5	207	–	760	id.	>1000	660 (**)	6,5 »	7,0 » (**)

(*) Transformation assez étalée. (**) Transformation très étalée.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les sulfates acides cobaltiaquopentammoniques et diaquotétrammoniques*. Note de MM. **P. Job** et **Liou Oui Tao**, présentée par M. G. Urbain.

Dans un travail antérieur, l'un de nous a étudié les sels solides qui se forment par évaporation à température ordinaire au sein d'une solution sulfurique de sulfate cobaltiaquopentammonique (sulfate roséo). Il a signalé un certain nombre de difficultés soulevées par cette étude (¹). Nous avons repris la question, en appliquant à ces sels en équilibre avec leurs solutions, la méthode des restes de Schreinemakers.

Malgré une vive agitation, le temps nécessaire pour atteindre l'équilibre est considérable. De quelques jours pour les solutions faiblement acides, il passe à plusieurs semaines pour celles qui contiennent 4^{mol} d'acide par litre; pour les concentrations supérieures à 8^{mol} par litre, l'équilibre n'a pu être obtenu en l'espace de plus de trois mois.

Pour une concentration en acide comprise entre 0 et $0^{mol},5$ par litre

(¹) P. Job, *Thèse*, Paris, 1921, p. 66-81, et *Bulletin de la Société chimique*, 37, 1925, p. 60.

environ, le sel roséo neutre

$$\left|Co\begin{matrix}(NH^3)^5\\ H^2O\end{matrix}\right|^2(SO^4)^3, 3H^2O$$

est en équilibre avec ses solutions.

Pour les solutions contenant de 0,5 à 2^{mol} d'acide par litre, les droites représentatives des restes ne sont pas concourantes : il ne se forme pas de sel défini, mais une série de sels dont la teneur en acide sulfurique varie d'une façon continue.

En présence de solutions sulfuriques contenant de 2 à 4^{mol},5 d'acide par litre, le sulfate roséo neutre se transforme totalement en sulfate roséo-mono-acide

$$\left|Co\begin{matrix}(NH^3)^5\\ H^2O\end{matrix}\right|\begin{matrix}SO^4\\ SO^4H\end{matrix}, H^2O.$$

Dans les mêmes conditions de concentration, mais à 56°, il se dépose uniquement le sulfate sulfato-acide, isomère du sel précédent :

$$\left|Co\begin{matrix}(NH^3)^5\\ SO^4\end{matrix}\right|SO^4H, 2H^2O \quad (^1).$$

Les huit droites représentatives des restes obtenues pour des teneurs en acide plus fortes (de 4^{mol},5 à 8^{mol},5 par litre) ne sont pas concourantes; mais elles enveloppent une région assez restreinte qui contient les points correspondant aux trois sulfates décrits par Jorgensen, par Benrath et Würzburger et par P. Job. Ce fait explique la divergence des résultats obtenus par ces auteurs.

La même méthode appliquée au sulfate diaquotétrammonique, montre la formation, à température ordinaire, de trois sels définis :

$$\left|Co\begin{matrix}(NH^3)^4\\ (H^2O)^2\end{matrix}\right|(SO^4)^3\ 2,5H^2O,$$

$$\left|Co\begin{matrix}(NH^3)^4\\ (H^2O)^2\end{matrix}\right|^7\begin{matrix}(SO^4)^{10}\\ SO^4H\end{matrix},$$

et

$$\left|Co\begin{matrix}(NH^3)^4\\ (H^2O)^2\end{matrix}\right|\begin{matrix}SO^4\\ SO^4H\end{matrix}.$$

---

(1) Ce sel agité à température ordinaire en présence de ses eaux mères ne se transforme pas en sel roséo-acide même en l'espace de plusieurs semaines.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la catalyse de la solubilité du silicium dans l'acide fluorhydrique et l'influence de la trempe.* Note (¹) de M. **Ch. Bedel**, présentée par M. A. Behal.

Nous avons signalé précédemment (²) que nous avions observé l'influence catalytique de certains métaux sur la solubilité du silicium dans l'acide fluorhydrique.

Les expériences avaient été conduites de la façon suivante :

Une quantité déterminée de catalyseur était dissoute dans une solution d'acide fluorhydrique de concentration connue. Ce liquide servait ensuite à attaquer du silicium à l'aluminium d'après la méthode que nous avons décrite antérieurement (³). L'attaque durait 9 heures. Pour le plomb, nous avons mélangé son fluorure qui est insoluble, avec le silicium.

Voici les résultats obtenus :

Catalyseurs.	Concentration pour 100 de l'acide employé en HF.	Concentration pour 1000 du liquide en catalyseur		Poids d'acide employé (en gr.).	Poids de silicium traité (en gr.).	Quantité de silicium dissoute	
		initiale.	finale.			pour 100.	pour 100 par heure
Sans catalyseur...	35,00	-	-	7,00	0,5034	3,63	0,40
Cuivre..........	34,55	0,18	0,24	6,95	0,4959	9,25	1,02
	34,55	1,73	2,46	7,07	0,4952	20,19	2,24
Argent........	34,55	0,18	0,23	7,07	0,4977	9,16	1,02
	34,02	1,93	2,58	8,05	0,4996	11,45	1,27
Fer............	34,02	1,97	2,64	7,20	0,4955	10,21	1,13
Zinc...........	34,55	2,03	2,06	8,10	0,4975	3,27	0,36
Plomb..........	34,02	2,06	2,63	7,60	0,4969	3,18	0,35
Aluminium......	34,02	2,07	2,62	7,60	0,4990	2,36	0,26

Ainsi que le montre ce tableau, certaines substances, même en très faibles proportions, favorisent l'attaque du silicium par l'acide fluorhydrique. L'argent, et surtout le cuivre, en particulier, sont de bons catalyseurs. D'autres métaux au contraire, tels que le zinc, le plomb, l'aluminium, n'augmentent pas la solubilité.

Toutefois, le phénomène de catalyse ne suffit pas à expliquer l'attaque si

(¹) Séance du 14 octobre 1929.

(²) Bedel, *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 180.

(³) Bedel, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1255.

rapide du silicium à l'argent de Moissan et Siemens (1). Ces savants avaient émis l'hypothèse qu'elle était due à la formation d'une modification allotropique. Depuis, Kœnigsberger et Schilling (2), au cours de recherches sur la conductibilité électrique de fragments de silicium fondu, ont signalé l'existence de trois variétés de cet élément. Les transformations s'effectueraient pour le passage de la variété α en β vers 215° et de β en γ à 440° environ. Elles seraient réversibles, mais avec un retard qui, pour le silicium chauffé à 215°, dépasserait une heure.

Nous avons tenté de déterminer la solubilité de ces variétés dans l'acide fluorhydrique, afin de nous assurer si l'une d'elles ne correspondrait pas à la modification soluble.

Deux prises d'essai de $1^g,50$ environ de silicium à l'aluminium titrant 95,95 pour 100 ont été chauffées : l'une à 300° pendant 3 heures, l'autre à 550° pendant 15 heures, dans un tube de quartz. Elles ont été ensuite refroidies brusquement en plongeant le tube dans une saumure à la température de — 5°. Immédiatement après refroidissement, le silicium a été traité par l'acide fluorhydrique pendant 9 heures, en suivant la technique que nous avons mentionnée plus haut.

Nous avons reconnu tout d'abord que le silicium ne s'était pas oxydé à 300° et qu'à 550° l'augmentation de poids n'avait été que de 0,15 pour 100 après 15 heures de chauffe.

Nous n'avons pas constaté de variation importante de solubilité, ainsi que l'indique le tableau ci-dessous :

Silicium.	Concentration pour 100 de l'acide employé en HF.	Poids de silicium traité (en gr.).	Quantité de silicium dissoute pour 100.	Quantité de silicium dissoute pour 100 par heure.
Non trempé	35,00	0,5034	3,63	0,40
Trempé à 300°	34,51	0,4948	3,39	0,38
Trempé à 550°	34,51	0,5002	4,64	0,51

En résumé, il n'est pas douteux que la présence de certaines substances, qui peuvent se rencontrer comme impuretés dans les siliciums, accroît la solubilité de cet élément dans l'acide fluorhydrique. Au contraire, cet acide ne paraît pas agir de façon différente sur les variétés de silicium β et γ qui, d'après Kœnigsberger et Schilling, se forment sous l'action d'une élévation de température sur le silicium ordinaire.

(1) Moissan et Siemens, *Comptes rendus*, 138, 1904, p. 1299.

(2) Kœnigsberger et Schilling, *Ann. d. Physik*, 4e série, 32, 1910, p. 179.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle méthode de synthèse du propylbenzène, du propénylbenzène et de leurs homologues.* Note [1] de MM. **L. Bert** et **M. Anglade**, transmise par M. V. Grignard.

L'un de nous [2] a montré que la condensation des combinaisons organomagnésiennes mixtes, RMgX, à radical R, cyclique, avec le dichloro-1-3 propène, fournissait avec d'excellents rendements des combinaisons de formule $R-CH^2-CH=CHCl$. Mis à bouillir avec KOH et un alcool R'OH quelconque, dans les proportions moléculaires, respectives, 1, 3, 5, ces composés ω-chlorallylés se transforment, avec un rendement, rarement inférieur à 75 pour 100, en oxydes d'alcoyle et de cinnamyle $R-CH=CH-CH^2-O-R'$. En cherchant à passer de la série cinnamique à la série phénylpropylique, par fixation, sur les oxydes précédents d'hydrogène produit par action du sodium sur l'alcool absolu, nous les avons scindés d'une façon inattendue et fort remarquable en propylbenzène, propénylbenzène, ou leurs homologues, suivant le cas, et en alcool R'OH. Il ne se fait pas trace d'éther-oxyde mixte, hydrogéné.

La préparation synthétique du propylbenzène et du propénylbenzène, à partir de l'oxyde de *n*-butyle et de cinnamyle, se schématise, par exemple, comme suit [3] :

$$C^6H^5MgBr \xrightarrow[100]{CH^2Cl-CH=CHCl} C^6H^5-CH^2-CH=CHCl \xrightarrow[85]{KOH+C^4H^9OH}$$

$$C^6H^5-CH=CH-CH^2-O-C^4H^9$$

$$\xrightarrow[50]{Na+C^2H^5OH} \begin{cases} \xrightarrow{20} C^6H^5-CH^2-CH^2-CH^3 \\ \xrightarrow{30} C^6H^5-CH=CH-CH^3 \end{cases} + CH^3-CH^2-CH^2-CH^2OH.$$

La nouvelle méthode de synthèse proposée tire un intérêt particulier du fait qu'elle permet d'édifier aisément, avec des matières premières faciles à se procurer, toute la série des homologues du propénylbenzène, à laquelle manquaient, jusqu'ici, de nombreux termes.

---

(1) Séance du 14 octobre 1929.

(2) L. Bert, *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1504.

(3) Les chiffres placés au-dessous des flèches indiquent les rendements pour 100 des opérations successives.

A titre d'exemple, nous décrirons brièvement la préparation et quelques-unes des propriétés des diméthyl-1-3 propyl-4 et diméthyl-1-3 propényl-4 benzène :

92g (4at) de sodium sont finement pulvérisés, par agitation violente, avec 200cm³ de toluène, porté au voisinage de l'ébullition, dans un ballon de 1000cm³. Après refroidissement, on relie le ballon à un puissant réfrigérant ascendant et l'on y laisse tomber, aussi rapidement que le permet son pouvoir condensant, une dissolution de 109g(0mol,5) d'oxyde de *n*-butyle et de diméthyl-1-3 cinnamyle-4, dans 100cm³ d'alcool absolu. Cela fait, on ajoute, peu à peu, en chauffant, à la fin, aussi longtemps qu'il est nécessaire pour dissoudre tout le sodium, 400cm³ d'alcool absolu. On termine comme pour la réduction d'un éther-sel par la méthode de Bouveault et Blanc.

On isole ainsi : 1° 38g de carbures passant de 87 à 92° sous 18mm, et de 199 à 201° sous 730mm, soit un peu plus de 50 pour 100 du rendement théorique ; 2° de l'oxyde mixte inaltéré qui peut servir à une nouvelle réduction.

La distillation fractionnée du mélange des deux carbures cherchés ne pouvant rien donner, il faut recourir, pour leur séparation, à une méthode chimique.

S'agit-il d'isoler le carbure saturé ? On ajoute alors du brome à la solution chloroformique des carbures, maintenue à 0°, à la lumière diffuse, jusqu'à légère coloration rouge-brun, et l'on fractionne, sous pression réduite, après élimination du solvant.

Le carbure saturé passe en tête.

On peut régénérer le propénylé par action de la poudre de zinc et de l'alcool sur le dibromure laissé par l'opération précédente, mais il est préférable pour son obtention, d'agiter le mélange des carbures avec un excès d'une solution saturée de BrH dans l'acide acétique et d'enlever ensuite, par la pyridine, BrH au bromhydrate formé.

On trouve, en définitive, qu'il s'est fait davantage de carbure non saturé que de saturé.

Le diméthyl-1-3 propyl-4 benzène, $C^{11}H^{16}$, se présente sous la forme d'un liquide incolore, mobile, à odeur douce. $Eb_{18} = 92°$, $Eb_{735} = 206\text{-}207°$ (corrigé); $d_4^{19} = 0,8786$, $n_D^{19} = 1,501$; d'où R. M. 49,83, théorie 49, 40 ; C, 88,90 ; H, 10,94, théorie 89,12 ; 10,88.

Le diméthyl-1-3 propényl-4 benzène, $C^{11}H^{14}$, corps nouveau, est un carbure incolore, mobile, à odeur assez agréable, plus pénétrante que celle du carbure saturé correspondant. Nous avons trouvé : $Eb_{20} = 100°$, $Eb_{735} = 213\text{-}215°$ (corrigé) (¹), $d_4^{17,5} = 0,9096$, $n_D^{17,5} = 1,540$, d'où R. M. 50,37 ; théorie 48,93. C 90,08 ; H 9,72 ; théorie, 90,33 ; 9,66.

Le dibromure, $C^{11}H^{14}Br^2$, est huileux ; il distille sans décomposition à 178°, sous 22mm ; $d_4^{17,5} = 1,5435$, $n_D^{17,5} = 1,586$, d'où R. M. 66,53, théorie 64,93. Br 51,98, théorie 52,24.

Le bromhydrate, $C^{11}H^{15}Br$, est un liquide incolore, plus mobile que le dibromure, à faible et douce odeur, bouillant, sans décomposition, à 138°, sous 19mm ; $d_4^{19,5} = 1,233$, $n_D^{19,5} = 1,545$, d'où R. M. 58,21, théorie 57,16 ; Br 34,95, théorie 35,20.

(¹) En concordance avec celui du même carbure préparé par la méthode de Fittig et Tollens.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *De l'action des fortes pressions sur la respiration des algues.* Note de M. **Maurice Fontaine**, présentée par M. L. Joubin.

Nous avons montré (¹) comment, pour les pressions compatibles avec la vie, la consommation d'oxygène des animaux marins varie en fonction de la pression.

Nous avons étudié l'action du même agent sur la respiration de l'*Ulva lactuca*. La technique que nous avons employée était celle déjà utilisée par Wurmser et Jacquot (²), puis par Fromageot (³). Dans des fragments aussi semblables que possible d'une même ulve, nous découpions deux rectangles de même dimension. L'un de ces rectangles était soumis à l'influence de la pression pendant un temps donné, l'autre était laissé à la pression atmosphérique, dans l'obscurité, le même temps et à la même température. Les dosages d'oxygène étaient faits par la méthode de Winkler.

Tableau I.

Variations de la consommation d'oxygène en fonction de l'intensité de la pression.
Durée de la compression : 5 heures. Température : de 18 à 20°.

Intensité en kgs par cm².	Consommation de O^2 du témoin.	Consommation de O^2 de l'ulve comprimée.	Variations de la consommation de O^2.
	cm³	cm³	pour 100
50	0,317	0,282	−11
100	0,281	0,242	−14
200	0,289	0,253	−13
300	0,286	0,198	−31
400	0,334	0,226	−32
500	0,220	0,123	−44
675	0,374	0,127	−66
800	0,305	0,122	−60

Comme on le voit, la consommation d'oxygène diminue à mesure que s'élève la pression. C'est là une différence essentielle avec les résultats obtenus sur les animaux. Alors que, chez ceux-ci, la pression activait les échanges gazeux, au moins tant qu'elle ne portait pas atteinte à leur vie,

(¹) *C. R. Soc. Biol.*, 99, 1928, p. 1789; *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 460 et 662.
(²) Wurmser et Jacquot, *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 5, 1923, p. 305.
(³) Fromageot, *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 6, 1925, p. 169.

chez l'algue, c'est une diminution continue de la consommation d'oxygène qu'elle entraîne.

Cette diminution n'est cependant pas régulière, mais présente des paliers, paliers qui correspondent sans doute à des états colloïdaux différents du protoplasme.

Mais ces modifications physiques du protoplasme qui entraînent une diminution de l'intensité respiratoire sont-elles réversibles? Et, dans l'affirmative, jusqu'à quelle pression la réversibilité est-elle assurée?

Pour résoudre cette question de deux rectangles d'ulve, l'un est comprimé cinq heures à la pression expérimentée, l'autre, laissé à la pression atmosphérique constituant le témoin. On dose :

a. La consommation d'oxygène sous pression du rectangle d'ulve comprimé et celle du témoin dans le même temps.

b. La consommation d'oxygène de ces deux rectangles d'ulve tous les deux laissés à la pression atmosphérique et à l'obscurité dans les cinq heures qui suivent la décompression.

c. La consommation d'oxygène de ces deux fragments d'ulve dans les mêmes conditions le lendemain de la compression.

TABLEAU II. — *Variations de la consommation d'oxygène pour 100 par rapport à l'algue témoin.*

Intensité de la pression en kilogrammes.	Sous pression.	Aussitôt après la décompression.	Le lendemain.
200	—13	— 6	— 2
400	—34	—14	+ 5
500	—46	—10	0
675	—66	—27	—48
800	—60	—47	—84 (1)

Ces expériences montrent que, jusqu'à 500^{kg} au moins, la réversibilité est complète. A 675^{kg} des modifications apparaissent, irréversibles, puisque, après avoir esquissé, dans les heures qui suivent la décompression, un mouvement vers la reprise normale des combustions respiratoires, la consommation d'oxygène diminue à nouveau dans la journée qui suit.

Mais une pression de 800^{kg} pendant 5 heures entraîne rapidement la mort de la majorité des cellules.

(1) Cette algue se décolore assez rapidement.

On ne peut donc dépasser environ 600^{kg} pendant plusieurs heures sans produire des modifications irréversibles. Il nous paraît intéressant de rappeler (1) que nous avons montré, par une tout autre méthode et sur des cellules d'*Elodea*, que c'est précisément cette pression de 600^{kg} appliquée plusieurs heures qui ne peut être dépassée sans produire des changements d'état irréversibles du protoplasme.

Il semble donc que cette pression constitue un point critique pour la cellule végétale.

GÉOGRAPHIE BOTANIQUE. — *Sur l'envahissement des bouches de l'Adour et de la Bidassoa par le* Spartina glabra *Muhlb. et sur la variabilité de cette espèce*. Note de M. **Aug. Chevalier**, présentée par M. H. Lecomte.

Loiseleur-Deslongchamps décrivit en 1806, sous le nom de *Spartina alterniflora* une Graminée rencontrée à Bayonne dans les prairies maritimes. Cette espèce fut ensuite découverte à l'embouchure de la Bidassoa, puis sur le littoral atlantique espagnol et dans la baie de Southampton en Angleterre. Enfin il y a 50 ans environ on signalait dans cette dernière localité l'apparition d'une autre espèce de *Spartina*, le *S. Townsendi* H. et J. Groves qui est depuis également apparu en de nombreuses autres localités du littoral de la Manche, aussi bien sur le côté français que sur le rivage britannique. Quelques années plus tard E. J. Neyraut signalait à l'embouchure de la Bidassoa une autre forme de *Spartina*, *S. Neyrauti* Fouc. regardée par Rouy et Foucaud comme hybride de *S. stricta* et *S. alterniflora*.

En 1922, en collaboration avec L. Corbière, nous avons montré (*Comptes rendus*, 174, p. 1084) que *S. Townsendi* et *S. Neyrauti* se confondaient avec une plante du littoral atlantique de l'Amérique du Nord, le *S. glabra* Muhlb., var. *pilosa* Merrill dont *S. alterniflora* n'est qu'une simple forme. Nous avons indiqué la puissance d'envahissement et le rôle important que joue le *S. Townsendi* dans le colmatage des vases salées à l'embouchure des rivières et notamment à l'embouchure de la Vire.

Nous avons eu l'occasion d'étudier récemment, dans le golfe de Gascogne, les *Spartina* des embouchures de l'Adour et de la Bidassoa. Il

(1) Fontaine. *De l'action des fortes pressions sur la cellule végétale* (*C. R. Soc. Biol.*, 101, 8 juin 1929, p. 452).

n'existe dans cette région qu'une seule espèce extrêmement polymorphe et de taille très variable suivant les stations où elle croît et elle appartient incontestablement au même type spécifique que le *S. Townsendi*, c'est-à-dire à *S. glabra*, bien que le facies soit un peu différent.

Sur les sols salés et fermes, enherbés, souvent recouverts par de l'eau de mer, situés près de l'embouchure (en aval de Bayonne ou près à la barre de la Bidassoa à Hendaye), *S. glabra* forme des gazons étendus très serrés, vivant de la manière de *Glyceria maritima*, mais excluant toute autre végétation; les chaumes sont courts (1 à 4^{dm}), les feuilles étroites, les inflorescences ont les épillets alternes, écartés, la floraison est précoce (juin-août), sauf sur le bord des taches de gazon, les colonies s'étendant par rhizomes en direction centrifuge. La plante se rattache à *S. alterniflora* typique.

Quand on s'éloigne de la mer et que le lit devient bien encaissé (c'est-à-dire à Bayonne en amont de la ville, et à Hendaye en amont du Pont international), le *Spartina* croît dans le lit même des chenaux, sur les vases molles que baigne aux hautes marées une eau très peu salée, souvent en compagnie de *Phragmites communis*. C'est alors une plante en touffes robustes hautes de 60^{cm} à $1^{m},20$, à feuilles larges, à floraison plus tardive (septembre-octobre), à épillets rapprochés, groupés en nombreux épis denses. Cette forme est le *S. Neyrauti* de facies analogue à *S. Townsendi*, mais ce dernier est encore plus robuste.

Certaines touffes des bords de l'Adour, dans les endroits presque constamment inondés par l'eau peu saumâtre, nous ont paru absolument identiques au *S. Townsendi* de la Manche. Des individus de passage relient, du reste, les formes extrêmes, et sur un ban de sable, à l'embouchure de la Bidassoa, nous avons vu un large gazon, qui, au centre et sur les deux tiers des bords, appartenait à *S. alterniflora*, et sur un des bords où coulait un ruisselet d'eau douce à marée basse, la plante plus développée se rattachait à *S. Neyrauti*.

En résumé, *S. alterniflora*, *S. Neyrauti*, *S. Townsendi* ne sont que des formes stationnelles d'une même espèce, le *S. glabra* Muhlb., dont la patrie est l'Amérique du Nord.

Dans le golfe de Gascogne, cette espèce est aussi envahissante que dans les estuaires de la Manche. C'est ainsi que dans la Bidassoa, elle remonte jusqu'au pont de Béhobie et elle remplit presque complètement le canal qui sépare la France de l'île des Faisans où fut signé le traité des Pyrénées en 1659; la célèbre île neutre se trouve ainsi rattachée à notre territoire par suite du pullulement d'un *Spartina* venu d'Amérique à une époque inconnue, mais qui remonte à plus d'un siècle, *Spartina* qui prend des aspects si différents suivant les stations où il croît que divers botanistes ont voulu y voir à tort plusieurs espèces distinctes ou des hybrides.

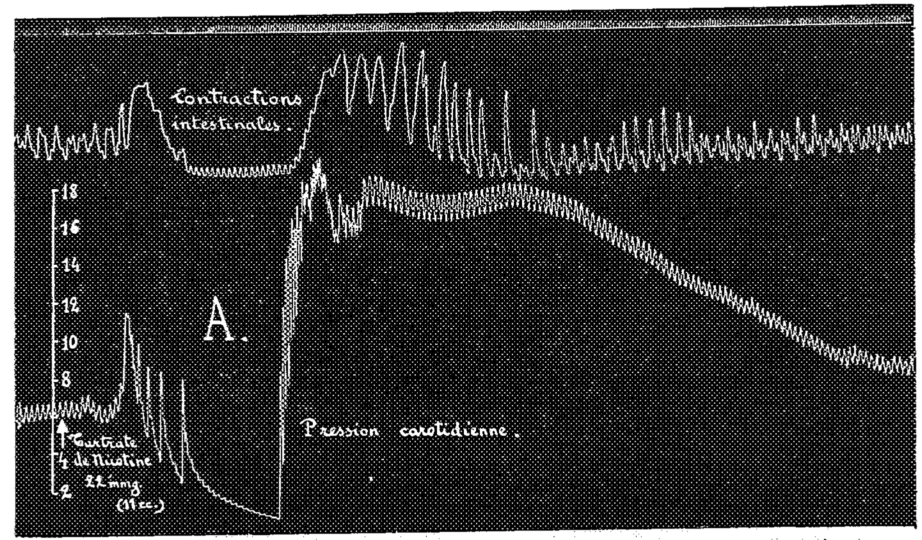
PHARMACODYNAMIE. — *Spartéine et hordénine.* Note de M. Raymond-Hamet, présentée par M. A. Desgrez.

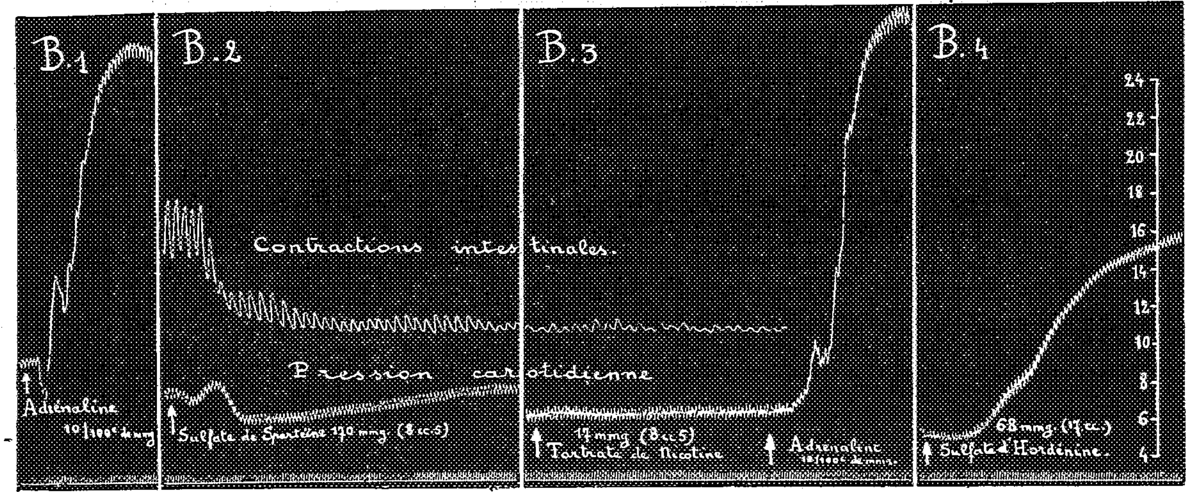
D'après Bœhr et Pick, la nicotine supprimerait l'action hypertensive de l'hordénine; cette dernière substance — que Barger et Dale avaient hésité à ranger dans le groupe des amines sympathomimétiques — agirait donc surtout en excitant les synapses à la façon de la nicotine. Mais, au cours de nos recherches sur l'action pharmacologique de l'hordénine, nous avons constaté que, chez le chien qui a reçu une dose même considérable de nicotine (de 40 à 142^{mg} de tartrate de nicotine par kilogramme d'animal, l'hordénine, à la dose de 3^{mg} par kilogramme, reste hypertensive. Comme chez cet animal il est souvent difficile de paralyser complètement les synapses par la nicotine, nous avons essayé de remplacer cette substance par la lobéline, la cytisine et la coniine, mais ces alcaloïdes ne nous ont pas paru présenter d'avantages sur la nicotine.

Par contre, la spartéine, à dose suffisante (3 à 5^{cg} par kilogramme) provoque une paralysie si parfaite des synapses que la nicotine, la lobéline et la cytisine — qui au premier stade de leur action sont pourtant les plus puissants excitants des dits synapses — deviennent, même à dose forte, complètement inactifs, non seulement sur la pression artérielle et sur le volume du rein, mais encore sur les contractions intestinales, et cela aussi bien sur l'animal à surrénales intactes que sur celui qui a été surrénalectomisé.

Or on sait, d'une part, que les effets de la nicotine — comme d'ailleurs ceux de la lobéline et de la cytisine — sont dus en partie à la décharge d'adrénaline que provoque cet alcaloïde, d'autre part, que cette décharge d'adrénaline résulte d'une action directe de la nicotine sur les cellules chromaffines. Puisque, chez le chien spartéiné, la nicotine n'a plus d'action sur la sécrétion adrénalinique, c'est que l'action paralysante de la spartéine s'exerce non seulement sur les synapses mais encore sur les cellules chromaffines. On a ainsi une nouvelle preuve de ce que le splanchnique, qui est le nerf sécréteur des surrénales, est un nerf présynaptique et que ce sont les cellules chromaffines qui remplissent vis-à-vis de ce nerf le rôle de synapses.

Conclusions. — 1° L'action paralysante de la nicotine sur les synapses — action qui n'est pas précédée comme celle de la nicotine d'une très forte action excitante sur ceux-ci — justifie pleinement l'emploi de cette substance dans les cardiopathies d'origine centrale. Peut-être même pourrait-on





A. Chien de 22^{kg}, anesthésié par le chloralose (12^{cg} par kilogramme), bivagotomisé, bisurrénalectomisé et soumis à la respiration artificielle. — Contractions intestinales enregistrées par la méthode du ballon. Pression carotidienne enregistrée au moyen du manomètre à mercure. Temps en secondes. — Expérience du 10 août 1929. — Tracé réduit de moitié. — Injection dans la saphène de 22^{mg} de tartrate de nicotine dissous dans 11^{cm^3} de sérum physiologique.

B. Chienne de 17^{kg}, anesthésiée par le chloralose (12^{cg} par kilogramme), bivagotomisée, bisurrénalectomisée et soumise à la respiration artificielle. — Contractions intestinales enregistrées par la méthode du ballon. Pression carotidienne enregistrée au moyen du manomètre à mercure. Temps en secondes. — Expérience du 22 août 1929. — Tracés réduits de moitié. — Injections dans la saphène, en B 1 de 10/100e de milligramme d'adrénaline dissous dans 5^{cm^3} de sérum physiologique; en B 2, de 170^{mg} de sulfate de spartéine pur de Houdé dans $8^{cm^3},5$ de sérum physiologique; entre B 2 et B 3, de 170^{mg} puis de 340^{mg} de sulfate de spartéine respectivement dans $8^{cm^3},5$ et 17^{cm^3} de sérum physiologique; en B 3 de 17^{mg} de tartrate de nicotine dans $8^{cm^3},5$ de sérum physiologique puis de 10/100e de milligramme d'adrénaline dans 5^{cm^3} de sérum physiologique; en B 4 de 68^{mg} de sulfate d'hordénine dans 17^{cm^3} de sérum physiologique.

étendre son emploi thérapeutique aux troubles d'origine centrale des organes à fibre lisse et plus particulièrement à ceux de l'estomac et de l'intestin.

2° L'action hypertensive de l'hordénine persiste chez l'animal dont les synapses ont été totalement paralysés.

La séance est levée à 16h.

A. Lx.

ERRATA.

(Séance du 17 juin 1929.)

Note M. *G. Kolossoff*, Sur l'extension d'un théorème de Maurice Levy :

Page 1593, ligne 10 en remontant, *au lieu de* N_1, N_2, T, *lire* $\mathcal{N}_1$, $\mathcal{N}_2$, $\mathcal{T}$; ligne 9 en remontant, *au lieu de* F(z), *lire* $\mathcal{F}(z)$.

Page 1594, ligne 12 en remontant, *au lieu de* on peut prendre, *lire* on peut prendre au lieu de (3); ligne 8 en remontant, *au lieu de* Ψ, *lire* Ψ_1.

(Séance du 22 juillet 1929.)

Note de MM. *R. Fosse*, *A. Brunel* et *R. de Græve*, Transformation diastasique de l'acide urique en acide allantoïque :

Page 213, ligne 9, *au lieu de* le suc de nombreux végétaux l'attaquent, *lire* de nombreux végétaux l'attaquent.

(Séance du 26 août 1929.)

Note de M. *Carl Störmer*, Sur les échos retardés :

Page 366, ligne 7, *au lieu de* par M. Kleve à Bodoc, *lire* par M. Kleve à Bodo; ligne 5 en remontant, *au lieu de* atteignant souvent 15 et 30 secondes, *lire* atteignant souvent 15 à 30 secondes.

Page 367, ligne 27, *au lieu de* Professeur P. O. Federsen, *lire* Professeur P. O. Pedersen.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PENDANT L'ANNÉE 1928

EUROPE.

France.

ANGERS. — Société d'études scientifiques : *Bulletin*, B 1314 (¹).
AUTUN. — Société d'histoire naturelle : *Bulletin*, B 1322.
AUXERRE. — Société des sciences historiques et naturelles de l'Yonne : *Bulletin*, B 1558
BORDEAUX. — Académie des sciences, belles-lettres et arts : *Actes*, A 101.
— Observatoire : *Catalogue photographique du ciel.*
— Société linnéenne : *Actes*, B 881.
— Société des sciences physiques et naturelles : *Mémoires*, M 528; *Procès-verbaux*, P 642.
CHERBOURG. — Société des sciences naturelles et mathématiques : *Mémoires*, M 521.
CLERMONT-FERRAND. — *Bulletin de l'Auvergne*, B 2131.
GRENOBLE. — Société scientifique du Dauphiné : *Bulletin*, B 1503.
LE MANS. — Société d'agriculture, sciences et arts de la Sarthe : *Bulletin*, B 1735.
LYON. — Académie des sciences, belles-lettres et arts : *Mémoires*, M 456.
— Observatoire : *Bulletin*, B 1031.
MARSEILLE. — Faculté des sciences : *Annales*, A 310.
— Musée colonial : *Annales*, A 865.
— *Journal des Observateurs*, J 607.
— *Marseille médical*, M 46.
MONTPELLIER. — École nationale d'agriculture : *Annales*, A 853 *bis*.
MORET-SUR-LOING. — Association des naturalistes de la vallée du Loing : *Bulletin*, B 942.
MOULINS. — *Revue scientifique du Bourbonnais et du centre de la France*, R 1558.
MULHOUSE. — Société industrielle : *Bulletin*, B 1634.
NANCY. — Société des sciences : *Bulletin des séances*, B 1858.
— *Revue médicale de l'Est*, R 1430.

(¹) Cote de l'*Inventaire des périodiques scientifiques des bibliothèques de Paris* publié par l'Académie. Paris, Masson, 1924-1925; 4 fasc. 23cm. Les cotes du supplément de cet *Inventaire*, qui est actuellement à l'impression, portent un indice; elles n'ont pu être données que pour la partie déjà imprimée de ce supplément.

Nice. — Observatoire : *Bulletin*, B 1031[1].
— *Côte d'azur médicale (La)*, C 1049[1].
Paris. — Académie d'agriculture de France : *Comptes rendus des séances*, B 1861.
— Académie de médecine : *Bulletin*, B 894.
— Académie des sciences : *Annuaire*, I 235; *Comptes rendus hebdomadaires des séances*, C 758; *Mémoires*, H 69.
— Association amicale des anciens élèves de l'École centrale des arts et manufactures : *Annuaire*, A 1280; *Bulletin*, B 914.
— Association amicale des élèves de l'École nationale supérieure des mines : *Annuaire*, A 1281; *Bulletin*, B 916.
— Association colonies-sciences : *Actes et Comptes rendus*, A 155[1].
— Association de documentation scientifique industrielle et commerciale : *Bulletin*, A 2283; *Information de statistique.*
— Automobile-Club de France : *Bulletin officiel*, A 2603.
— Banque de France : *Assemblée générale des actionnaires*, B 14[1].
— Bureau central météorologique de France : *Annales*, A 1071.
— Bureau français du catalogue international : *Bibliographie scientifique française*, B 247.
— Bureau des Longitudes : *Annuaire*, A 1370.
— Cercle de la Librairie : *Bibliographie de la France*, B 238.
— Club alpin : *Montagne (La)*, B 1919.
— Collège de France : *Annuaire*, A 1499.
— Comité international des poids et mesures : *Procès-verbaux des séances*, C 564.
— Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée : *Rapport du Conseil d'administration* : R 61.
— Compagnie des chemins de fer du Midi : *Rapport du Conseil d'administration*, R 71.
— Compagnie universelle du canal maritime de Suez : *Canal de Suez (Le)*, C 67 *bis; Rapport du Conseil d'administration*, C 618[1].
— Conseil d'hygiène publique et de salubrité de la Seine : *Compte rendu des séances*, C 742.
— Fondation Thiers : *Annuaire*, A 1347.
— Institut catholique : *Bulletin*, B 1011.
— Institut des actuaires français : *Bulletin trimestriel*, B 1014.
— Institut national agronomique : *Annales*, A 872.
— Institut océanographique : *Annales*, A 873.
— Institut Pasteur : *Annales*, A 874.
— Institut de physique du globe de l'Université de Paris : *Bulletin sismique*, S 270.
— Ministère du commerce : *Bulletin officiel de la propriété industrielle et commerciale*, C 98.
— Ministère du travail et de l'hygiène : *Bulletin*, B 1040.
— Observatoire de Paris : *Annales*, A 890.
— Office international d'hygiène publique : *Bulletin mensuel*, B 1042.
— Office national des combustibles liquides : *Annales*, A 898[1].
— Office national météorologique de France : *Bulletin mensuel*, B 2247; *Bulletin quotidien d'études*, B 2475[1]; *Mémorial*, M 677 *bis*[1].

Paris. — Ponts et chaussées : *Annales*, A 1473.
— Service d'inspection des établissements classés dans le département de la Seine : *Rapport sur les opérations*, R 111 *bis*.
— Service géographique de l'armée : *Cahiers*, C 4.
— Service technique d'hygiène : *Annales*, A 1062.
— Société amicale de secours des anciens élèves de l'École polytechnique : *Annuaire*, A 1291 et 1550; *Bulletin*.
— Société de biologie et ses filiales : *Compte rendu des séances*, C 675.
— Société d'encouragement pour l'industrie nationale : *Bulletin*, B 1296.
— Société forestière française des amis des arbres : *Arbre (L')*, S 489.
— Société française de photographie : *Bulletin*, B 1608.
— Société française des électriciens : *Annuaire*, A 1412; *Bulletin*, B 1644.
— Société géologique de France : *Bibliographie des sciences géologiques*, B 245[1]; *Bulletin*, B 1619; *Compte rendu sommaire des séances*, C 767; *Mémoires*, M 536.
— Société des ingénieurs civils de France : *Annuaire*, A 1403; *Mémoires et Compte rendu des travaux*, M. 583; *Procès-verbal*, P 631.
— Société nationale d'horticulture de France : *Bulletin mensuel*, A 952; *Journal*, J 439 *bis*.
— Société philomathique : *Bulletin*, B 1836.
— Société de secours des amis des sciences : *Compte rendu*, S 456.
— Touring-Club de France : *Revue mensuelle*, R 1484.
— Union géodésique et géophysique internationale; section de géodésie : *Bulletin géodésique*, B 2177[1]; section de séismologie : *Travaux scientifiques*; *Comptes rendus des séances*.
— Union sociale d'ingénieurs catholiques : *Echo*, E 18.
— Université : *Annales; Livret de l'étudiant*, A 92.
— *Action (L') régionaliste.*
— *Aéronautique (L')*, A 182.
— *Agronomie (L') coloniale*, M 908.
— *Annales (Les) coloniales*, A 814.
— *Annales de chimie*, A 832.
— *Annales de médecine et de pharmacie coloniales*, A 820.
— *Annales de physique*, A 832.
— *Annales des épiphyties*, A 1090.
— *Annales des mines*, J 602.
— *Anthropologie (L')*, M 129.
— *Archives de médecine et de pharmacie militaires*, J 476.
— *Archives de médecine et de pharmacie navales*, A 2134.
— *Arts et métiers*, B 2506.
— *Astronomie (L')*, A 2471.

(*A suivre.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 28 OCTOBRE 1929.

PRÉSIDENCE DE M. LOUIS MANGIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADEMIE

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **Angel Gallardo**, président de l'Académie des Sciences de Buenos Ayres, qui assiste à la séance.

PHOTOCHIMIE. — *Sur le problème de la synthèse asymétrique, et sur les actions combinées de la lumière polarisée et d'un champ magnétique sur certaines plaques photographiques.* Note (¹) de M. **A. Cotton**.

Zocher et Coper (²) ont exposé à de la lumière polarisée *circulairement* une couche de photochlorure d'argent obtenue en déposant sur verre une argenture mince, en la traitant ensuite par le chlore et la colorant par une exposition préalable à la lumière naturelle. Sous l'action du faisceau polarisé circulairement, la plaque acquiert alors un léger pouvoir rotatoire accompagné de dichroïsme circulaire.

Les plaques sensibles dont je parlais dans ma dernière Note (³) permettant de mettre très commodément en évidence l'action de la lumière polarisée rectilignement, il était tout indiqué d'essayer aussi sur elles l'action de la lumière polarisée circulairement. Dans ce cas, M. J.-P. Mathieu a obtenu constamment un résultat négatif : aucun pouvoir rotatoire dépassant $0^\circ{,}01$ n'est apparu. Weigert lui-même avait obtenu déjà ce résultat négatif avec ses couches sensibles au photochlorure d'argent (dans la

---

(¹) Séance du 21 octobre 1929.

(²) Zocher et Coper, *Zeitschrift für Physikalische Chemie*, 132, 1928, p. 313.

(³) *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 599.

gélatine) qui manifestaient si nettement une action spécifique des vibrations rectilignes.

M. Mathieu a cependant répété avec succès l'expérience de Zocher et Coper. Ses premiers essais avaient été infructueux : ce n'est qu'en s'efforçant de reproduire exactement les plaques particulières employées par ces physiciens qu'il a obtenu des résultats tout à fait d'accord avec les leurs. Il donnera ailleurs les détails techniques nécessaires et les résultats de ses mesures.

On n'obtient pas les résultats indiqués si l'on emploie, pour préparer la couche d'argent, du *formol* comme réducteur à la place du sel de Seignette utilisé par Zocher et Coper. Le sel de Seignette ayant le pouvoir rotatoire, on pouvait se demander si une trace de ce corps actif ne jouait pas un rôle dans l'expérience. Aussi nous avons cru utile de la refaire en prenant de l'acide tartrique *gauche* pour préparer le sel de Seignette servant à l'argenture. Rien n'a été modifié dans les résultats : les signes des rotations et des dichroïsmes mesurés après exposition à un rayon droit par exemple restent les mêmes. Au reste, quand on remplace ce rayon droit par un rayon gauche, ces signes changent, mais les valeurs absolues restent les mêmes, aux erreurs d'expérience près. C'est donc bien la lumière polarisée circulairement, et elle seule, qui produit les changements optiques constatés.

Le mécanisme de cette action de la lumière polarisée circulairement n'est pas encore complètement élucidé. Dans ce cas aussi on peut supposer avec Weigert que la lumière modifie les micelles d'*argent* de façon à leur donner une forme dissymétrique. On peut aussi admettre que parmi les micelles du *sel d'argent*, altérables à la lumière, et qui ont des formes variées, le rayon polarisé détruit de préférence certaines formes en respectant les autres. Quoi qu'il en soit, les expériences de Lindmann (¹) sur les ondes hertziennes fournissent une image d'un milieu ayant la dissymétrie voulue. En mettant dans un milieu isolant un grand nombre de résonateurs formés par des boucles de fil de cuivre en forme d'arc d'hélice, il a obtenu des milieux agissant sur les ondes hertziennes exactement comme le font les liquides colorés doués du dichroïsme circulaire. Les courbes représentant leur pouvoir rotatoire et leur dichroïsme en fonction de la longueur d'onde sont tout à fait pareilles à celles trouvées pour les solutions des tartrates doubles colorés; la règle de Natanson se vérifie. Or ces mêmes relations se retrouvent sur les courbes obtenues par M. Mathieu sur les couches de photochlorure.

(¹) K. F. Lindmann, *Annalen der Ph.*, 63, 1920, p. 442.

Quelle que soit l'explication définitive de l'expérience de Zocher et Coper, cette expérience paraît présenter un grand intérêt au point de vue de la théorie même des actions chimiques de la lumière : cela résulte en effet de simples considérations de symétrie.

Quand il s'agit d'un faisceau de lumière polarisée rectilignement, la direction des vibrations (électriques par exemple) est la même en tous les points du faisceau : on peut, par suite, tenter d'expliquer le phénomène de Weigert en considérant simplement le champ électrique de l'onde incidente. Mais dans le cas de l'expérience de Zocher et Coper, où le faisceau est polarisé circulairement, la symétrie de la plaque modifiée n'est pas celle du champ électrique (champ circulaire tournant constamment compris dans le plan de l'onde) qui existe (en gardant partout le même sens) en chaque point du milieu éclairé. Le pouvoir rotatoire constaté reste le même lorsqu'on retourne la plaque face pour face : il en serait autrement si la plaque mince avait pris la symétrie d'un champ tournant uniforme (¹). Les différences de phase existant, dans le faisceau incident, entre les divers points, ont laissé leur trace. La plaque, modifiée par la lumière, a pris la symétrie, non pas de la *vibration*, mais du *rayon* lui-même polarisé circulairement dont le sens dépend de la direction de propagation ; c'est la symétrie caractéristique d'une vis ou, si l'on veut, d'un *projectile* qui tourne, mais qui, en tournant, avance dans un sens déterminé.

II. Les expériences de Zocher et Coper sont ainsi, surtout à ce point de vue, fort intéressantes, mais, à mon avis, contrairement à ce qui a été dit, elles ne constituent pas une solution du problème de la synthèse asymétrique. Sans doute on a bien modifié un milieu, primitivement inactif, de façon qu'il agisse sur la lumière polarisée à la façon du quartz ou d'un liquide doué du pouvoir rotatoire, mais dans le cas actuel on ne peut guère admettre, semble-t-il, qu'il se soit formé de véritables *molécules* actives, capables d'intervenir elles-mêmes d'une façon dissymétrique dans d'autres réactions et de reproduire d'autres substances agissant sur la lumière polarisée. C'est bien par cette action chimique de la lumière polarisée circulairement, action que j'avais moi-même essayée dans ce but (²), qu'on arrivera à résoudre ce problème de la synthèse asymétrique totale, mais il

---

(¹) Cette symétrie est aussi celle d'un champ magnétique. Mouton et moi avons obtenu en aimantant certaines gelées renfermant de l'hydroxyde ferrique colloïdal, de telles plaques dont le pouvoir rotatoire changeait de sens par retournement.

(²) A. COTTON, *Journal de Chimie physique*, 7, 1909, p. 81.

faudra que cette action s'exerce sur autre chose que des micelles, plus petites que les longueurs d'onde, mais beaucoup plus grandes que les molécules.

La remarque suivante montre bien la nécessité de cette distinction : Reprenons l'expérience indiquée dans la Note précédente où une pellicule sensible à la lumière était placée dans un champ magnétique et exposée à un faisceau de lumière polarisée rectilignement dirigé suivant les lignes de force : l'expérience avait donné un résultat négatif; les vibrations lumineuses agissaient sur la plaque et y marquaient leur direction en présence du champ comme en dehors. Mais le champ magnétique exercerait au contraire certainement une influence marquée si l'on employait une couche sensible épaisse, en diluant le sel d'argent sensible dans un milieu transparent. La rotation magnétique de Faraday se produirait alors, son sens dépendant de la direction du rayon lumineux et le long de ce rayon la direction de la vibration se modifierait régulièrement de proche en proche. Dans le champ de 50000 gauss qui servait à l'expérience, la rotation magnétique atteint 36° par centimètre d'épaisseur, si le milieu a une constante de Verdet égale à celle du sulfure de carbone. Ces actions combinées de la lumière et du champ magnétique auraient pour conséquence que le milieu modifié aurait acquis en chaque point une biréfringence dont les lignes neutres tourneraient régulièrement elles aussi, d'une façon continue (1), quand on se déplacerait le long de la direction qu'avaient les lignes de force. Un tel empilement continu de lamelles à distribution hélicoïdale agit, comme le montrent le calcul, et aussi les expériences de Bichat et de Mauguin, sur la lumière polarisée en faisant tourner les vibrations lumineuses (en les déformant aussi, les lames étant dichroïques) : mais, ici encore on pourrait certainement réaliser un *milieu* actif, on n'aurait pas séparé des molécules actives.

---

(1) Il serait désirable de pouvoir trouver, pour diluer le sel d'argent, une substance autre que la gélatine : son pouvoir rotatoire propre est notable et n'est en outre pas constant. L'expérience serait plus facile en employant *un petit nombre* de pellicules sensibles minces. Elles seraient séparées par des intervalles tous pareils remplis d'une substance ayant une grande constante de Verdet : on obtiendrait ainsi des *piles* (au sens de Mallard) de lames biréfringentes et dichroïques.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE. — *Sur les premiers essais de réalisation à Cuba d'une usine Claude-Boucherot.* Note (¹) de M. **Georges Claude.**

L'Académie sait (²) que j'ai entrepris de transporter dans la baie de Matanzas, à Cuba, les appareils Claude-Boucherot de l'expérience d'Ougrée (³) pour les alimenter en eau froide sous-marine par un tuyau de 2000^m de long et 2^m de diamètre.

L'usine a été construite, le tuyau également; cependant, des conditions de temps anormales, et aussi quelques faits que j'ai sous-estimés, ont retardé beaucoup l'achèvement du tube puis entraîné sa destruction pendant son transport en mer vers l'usine, le 31 août dernier.

Cette première étape nous a pourtant appris beaucoup sans affaiblir nos espérances, et l'expérience acquise me fait penser que je serai plus heureux pour la construction et la pose d'un nouveau tuyau à la prochaine belle saison.

Je rappelle ici que j'avais choisi la baie de Matanzas pour y placer l'usine à l'abri du Gulf-Stream, et le fond de cette baie près de Matanzas même, pour y jonctionner, dans le calme relatif qui y est habituel, les éléments de 22^m dont l'ensemble devait constituer le tuyau flottant, lequel devait ensuite être remorqué vers l'usine et immergé.

Cette année, sauf quelques rares périodes, et en dehors des nuits généralement calmes, la mer est restée, de l'avis général, anormalement agitée au fond de la baie; dès nos premiers essais, un tronçon de tube monté devant le quai de la *Munson Line* est démoli par mer relativement forte : bientôt, je dois renoncer à opérer le montage du tube dans ces conditions et songer à compléter l'effet insuffisant de la position de Matanzas en protégeant l'emplacement du montage par une estacade de 500^m de long formée d'une double rangée de gros flotteurs en acier, munis d'amortisseurs (M. Claude).

Après le trop long délai demandé par la réalisation de cet important ouvrage, cependant, je dois constater que, très efficace contre l'agitation superficielle des vagues, il agit fort peu contre la houle profonde : le 12 juillet, un autre tronçon de tube monté à son abri est à son tour endommagé.

(¹) Séance du 21 octobre 1929.

(²) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 431,

(³) *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1491.

Je dois me rendre à l'évidence : on ne pourra pas monter le tube dans la baie. Une seule solution m'apparaît possible, déjà compromise par l'époque tardive : opérer le montage à la surface des eaux du Rio Canimar, qui débouche dans la baie à 6^{km} à l'est de Matanzas. Ceci entraîne de grosses complications, celle, par exemple, de draguer sur 30^{m} la barre de sable qui obstrue l'embouchure de la rivière. Par contre, les méandres de celle-ci ne nous seront d'aucune gêne, grâce à la flexibilité du tube; et malgré des courants rapides et variables sous l'effet combiné de la marée et des pluies torrentielles, on le fixera assez aisément au milieu de la rivière, à mesure de son allongement, par de nombreuses amarres.

Cette fois, le travail avance rapidement. Commencé le 27 juillet, assez loin de l'embouchure pour être entièrement à l'abri des vagues, le montage est terminé le 28 août. Le 29, la conduite flottante, tirée par un derrick fixe et guidée par plusieurs remorqueurs, est lentement et avec succès descendue dans la rivière aussi près que possible de la mer, pour n'avoir plus qu'à s'élancer au large au jour choisi : mais dès ce moment, c'est de nouveau le contact avec l'agitation marine, la menace de destruction si le temps grossit, — et la mauvaise saison est proche. C'est donc l'*obligation* d'en finir très vite.

Or, le lendemain, 30 août, la mer est peu favorable, mais 4 jours de mauvais temps sont annoncés : il faut partir. Des quarante amarres qui maintiennent la conduite, trente-cinq sont détachées; mais, soit ordres mal donnés ou transmis, soit incompréhension, des huit remorqueurs qui doivent dans sa descente guider le tube dans le milieu du Canimar, quatre manquent à l'appel au moment du départ. Je vais, malgré les risques, ordonner de réamarrer, quand on vient m'annoncer que des cinq amarres restantes, naturellement tendues à bloc, une vient de casser; le tube va se jeter à la rive. Je me résigne alors, presque à la nuit tombante, à donner l'ordre du départ. L'immense tube, pourtant, démarre superbement sous la traction d'un remorqueur de haute mer de 1200 chevaux; il franchit sans encombre 500^{m} à la vitesse de plus de 1 m/s et pénètre déjà largement dans la mer, quand la déviation initiale, qui n'a pu être corrigée par les trop rares remorqueurs, s'accentue et cause l'échouage du tube sur la partie non draguée de la barre. L'arrière continuant son mouvement, le tube se replie presque complètement, ce qui provoque une grave détérioration.

Cependant, nos efforts réussissent dans la nuit, à marée montante, à dégager le tube; il semble même se rétablir, grâce à sa structure en

Quelques vues de la première tentative de réalisation à Cuba d'une usine Claude-Boucherot.

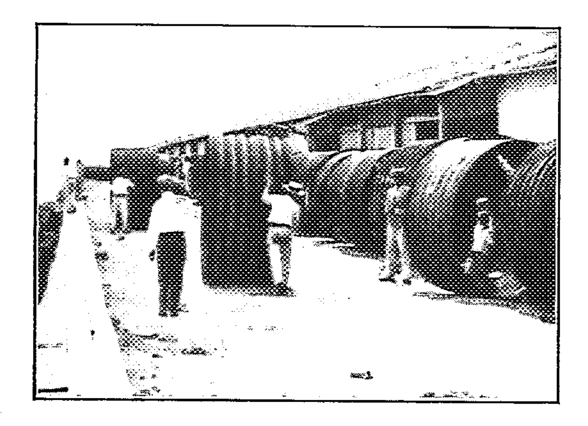


Fig. 1. — Arrivée à la Douane de Matanzas des tronçons de tuyaux ondulés fabriqués en France.

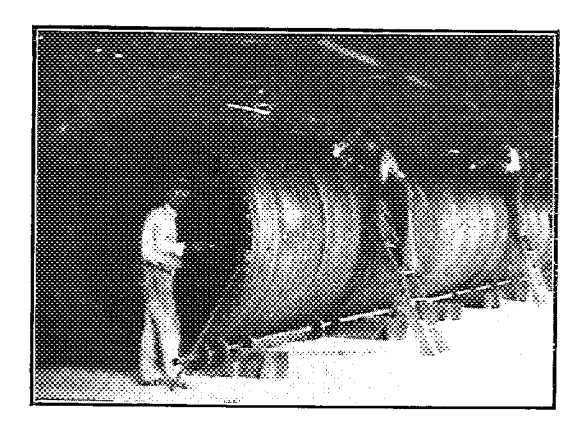


Fig. 2. — Fabrication dans le bâtiment de la Douane des éléments de tubes : *a*, soudure d'un élément de 22 mètres. On voit les arbres munis de galets destinés à guider les tubes et à les faire tourner.

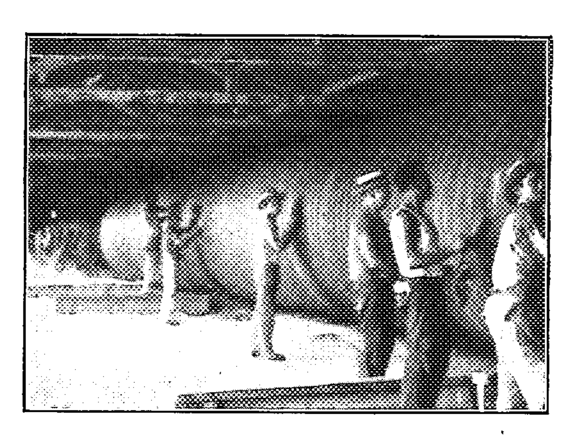


Fig. 3. — Fabrication des éléments de tubes : *b*, peinture d'un élément.

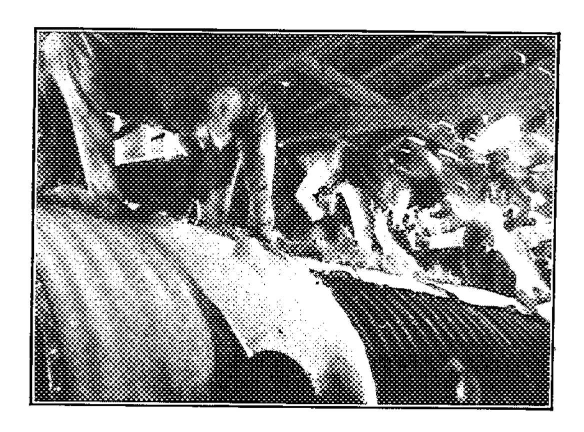


Fig. 4. — Fabrication des éléments de tubes : *c*, calorifugeage. Ceci illustre aussi la solidité du tube, qui ne fléchit pas sous le poids des nombreux travailleurs.

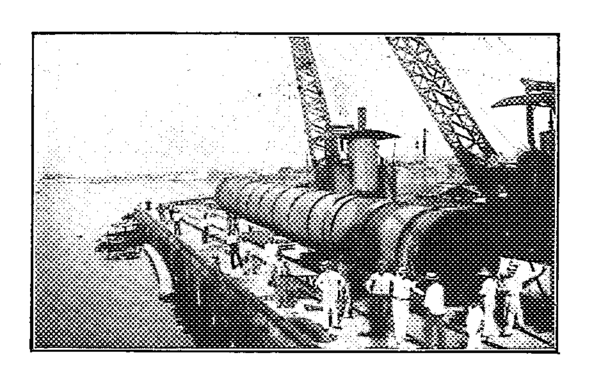


Fig. 5. — Le quai de la *Munson Line* à Matanzas.

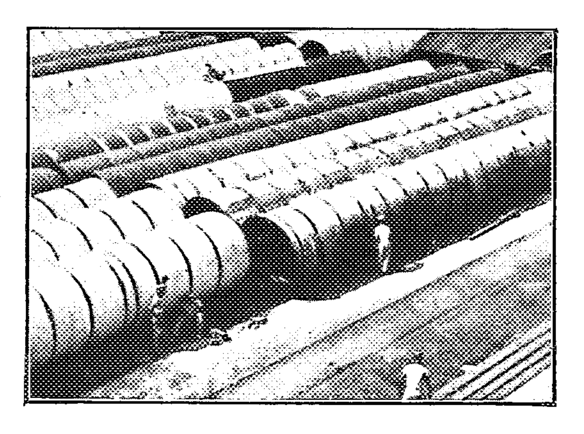


Fig. 6. — Une faible partie du parc des éléments de tubes au quai de la *Munson Line*.

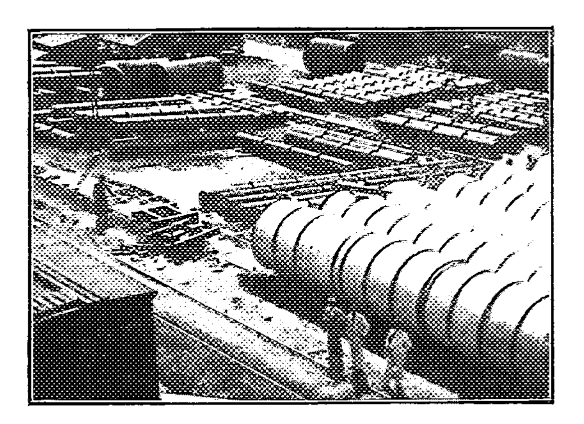


Fig. 7. — Autre aspect du parc du quai de la *Munson* : les flotteurs.

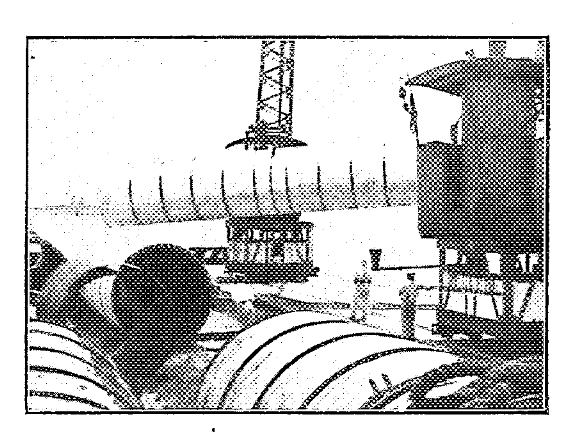


Fig 8. — Manœuvre des éléments de tubes par les grues du quai.

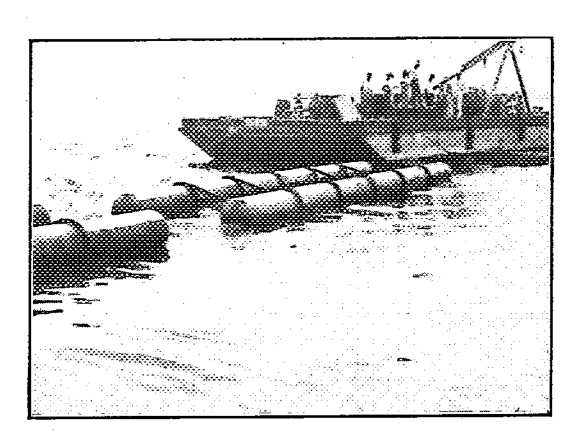


Fig. 9. — Construction d'une estacade protectrice de 500 mètres de long en doubles flotteurs d'acier.

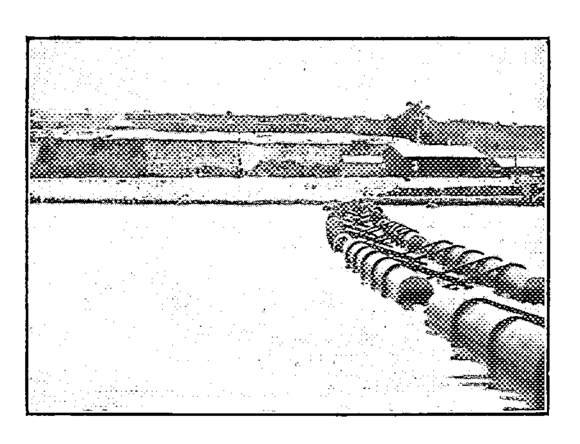


Fig. 10. — Les 60 premiers mètres de l'estacade. On distingue mal sur le cliché la grosse différence d'agitation entre l'extérieur et l'intérieur de l'estacade.

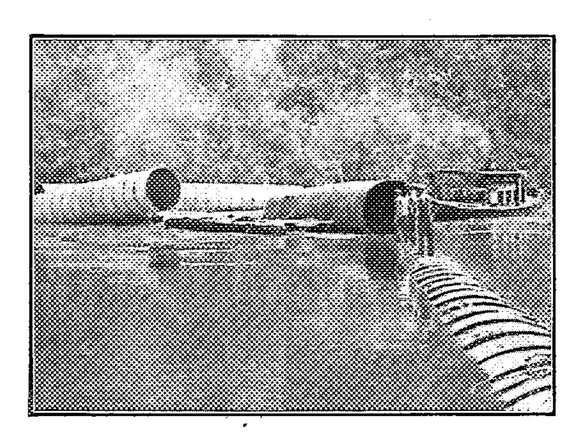


Fig. 11. — Transport sur flotteurs des éléments de tubes au Rio Canimar, et mise à l'eau.

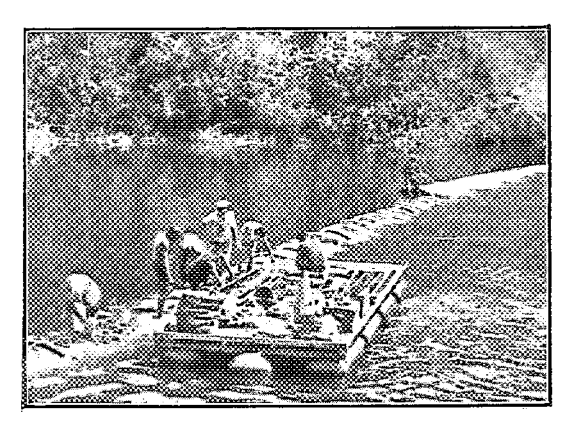


Fig. 12. — Jonctionnement des éléments flottants par des scaphandriers.

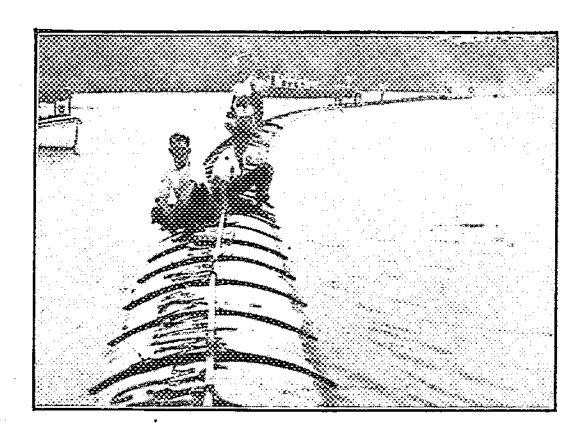


Fig. 13. — Le tuyau flotte à la surface du Rio Canimar et les ouvriers achèvent son équipement. On remarque le câble destiné à répartir les efforts de traction.

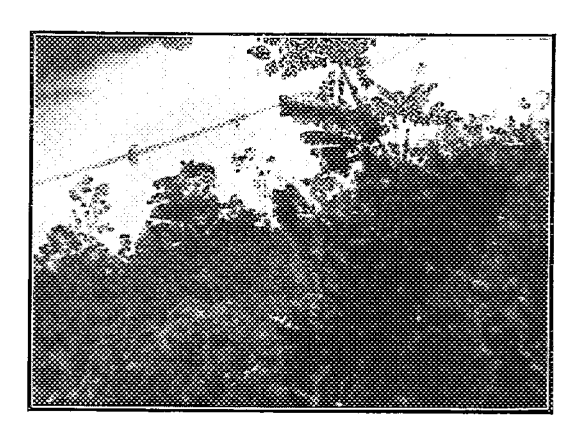


Fig. 14. — Un aspect du tuyau du haut des falaises élevées qui bordent le Canimar.

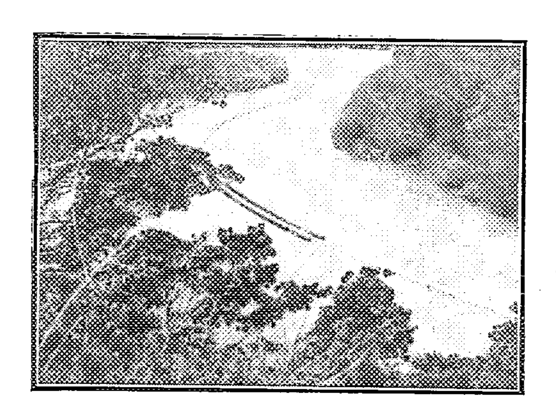


Fig. 15 et 16. — Autres aspects du tube du haut des falaises.

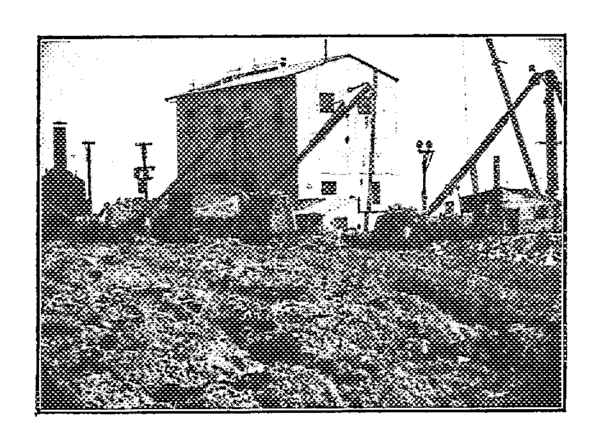


Fig. 17. — Vue de l'usine en face de laquelle devra être amenée et immergée la conduite, à 7 kilomètres de l'embouchure du Rio.

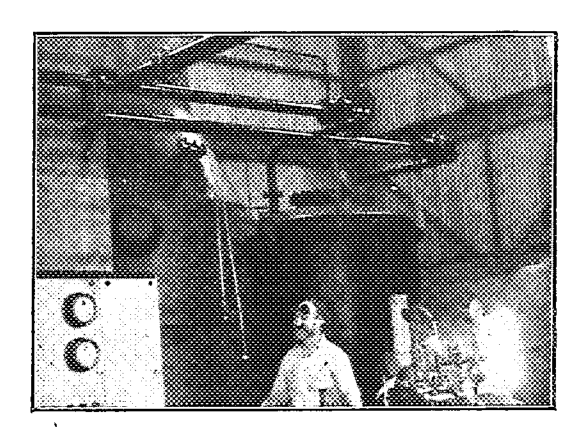


Fig. 18. — Une vue intérieure de l'usine; on reconnait des appareils de l'usine d'Ougrée.

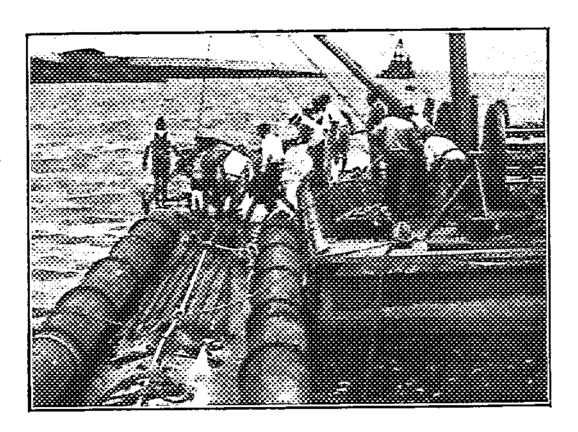


Fig. 19. — La tête de la conduite a été amenée aussi près que possible de l'embouchure de la rivière. On remarque l'agitation de l'eau. Désormais, on est à la merci d'une tempête. Il faut partir. Derniers préparatifs. Dans le fond, la grue qui drague la barre.

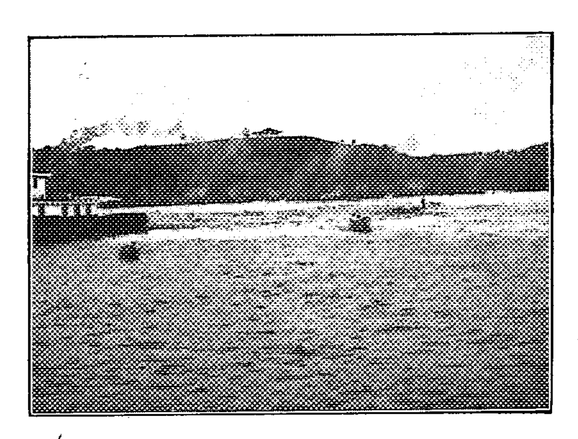


Fig. 20. — 30 août au soir. La tête de la conduite, tirée par un puissant remorqueur, sort de la rivière. C'est à ce moment que la partie médiane s'échoue sur la barre du Rio, provoquant une avarie qui entraînera en mer le coulage du tuyau.

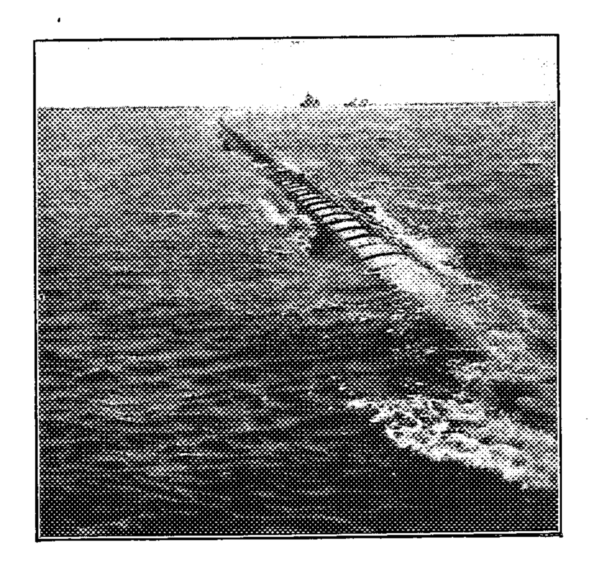


Fig. 21. — 31 août au matin. Tirés par le remorqueur, quelques centaines de mètres de la conduite flottent encore sur la mer, mais rejoindront bientôt le reste.

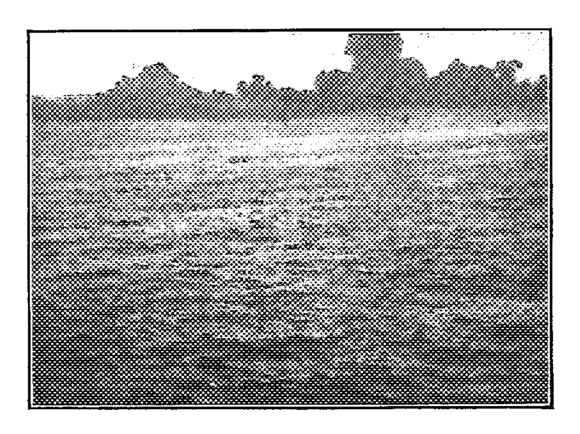


Fig. 22. — Ce même matin, à l'usine, devant le gros temps qui se lève, l'opérateur cinématographique attend le tube...

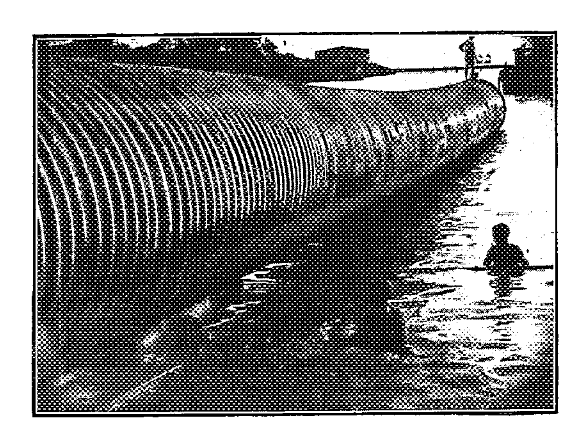


Fig. 23. — Après le naufrage. Utilisation des restes à l'étude d'un nouveau mode de réalisation et de lancement de la future conduite.

accordéon, et, vers 2^h du matin, il sort entièrement du Rio, en route pour l'usine. Mais vraisemblablement, la blessure reçue fait son œuvre à la faveur de la mer assez forte, et 2^{km} plus loin, c'est le naufrage par 200 ou 300^m de fond.

Telle est l'histoire de cette première tentative, ni plus ni moins heureuse que tant de grosses questions à leur début.

Elle nous a convaincus, entre autres choses, que la présence du tube à la surface de la mer doit être très courte, et nous avons déjà étudié et expérimenté, avant mon départ de Cuba, les moyens de tenir compte de cette nécessité dans ma prochaine tentative.

MAGNÉTISME. — *Sur l'aimantation à saturation des ferrocobalts et les moments atomiques du fer et du cobalt.* Note (¹) de MM. **Pierre Weiss** et **R. Forrer.**

Nous avons déterminé pour 25 ferrocobalts, échelonnés entre 0 et 100 pour 100 de Co, l'aimantation à saturation à la température ordinaire et sa variation thermique jusqu'à la température de l'air liquide.

Dans un travail antérieur Preuss (²) a trouvé que les alliages voisins de Fe^2Co ont une aimantation supérieure à celle du fer pur. Le gain était, à la température ordinaire, de 10 pour 100 environ sur la saturation rapportée au volume. Ce résultat est confirmé et même un peu dépassé par nos mesures. Entre 35 et 45 pour 100 la saturation est pratiquement constante et supérieure de 12,4 pour 100 à celle du fer. L'alliage à 28 pour 100 de Co donne un gain presque égal, de 12,0 pour 100 avec une dépense moindre de cobalt.

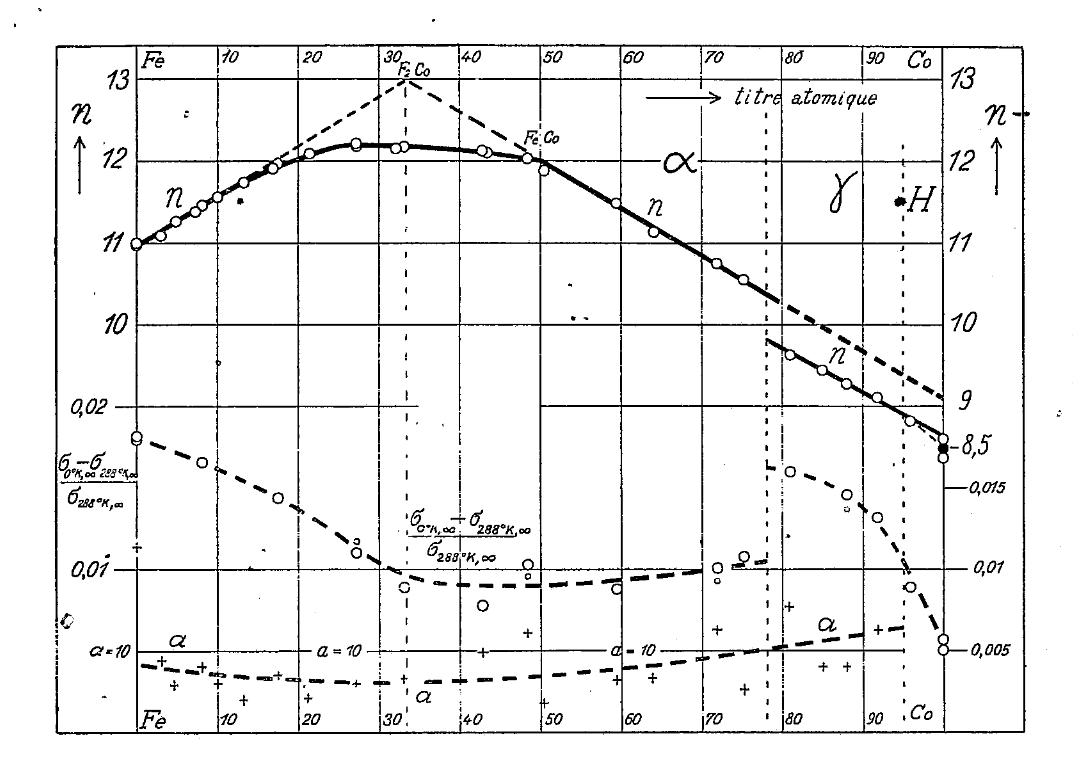
La saturation absolue suit une loi moins simple que les deux variations linéaires entre Fe et Fe^2Co et entre Fe^2Co et Co données par Preuss (*loc. cit.*). Pour déduire la saturation absolue $\sigma_{\infty,0}$ de l'aimantation spécifique $\sigma_{H,T}$ observée dans le champ H et à la température absolue T, il faut procéder à une double extrapolation vers $H=\infty$ et $T=0$. Les lois d'approche correspondantes sont

$$\sigma_{H,T}=\sigma_{\infty,T}\left(1-\frac{a}{T}\right) \quad \text{et} \quad \sigma_{\infty,T}=\sigma_{\infty,0}(1-AT^2),$$

(¹) Séance du 21 octobre 1929.

(²) *Thèse de Zurich*, 1912.

où a et A sont des constantes. Les données expérimentales relatives à ces deux lois sont représentées par les deux courbes inférieures, en traits



interrompus. Les extrapolations qui portent sur moins de 2 pour 100 ne donnent pas lieu à une incertitude appréciable.

La saturation absolue est représentée par la courbe supérieure en trait plein. Nous avons porté en fonction du titre atomique le nombre n de magnétons moyen par atome d'alliage (saturation spécifique divisée par le nombre d'atomes-gramme de fer et de cobalt dans l'unité de masse et par le magnéton 1125,6 [1]).

Les propriétés des ferrocobalts sont compliquées du fait qu'ils cristallisent dans trois réseaux différents. Aux basses températures, de 0 à 78 pour 100 de Co l'état stable est celui du cube centré (ferrocobalts α), de 78 à 95 pour 100 celui du cube à faces centrées (ferrocobalts γ) et de 95 à

[1] C'est le nombre obtenu après une nouvelle révision des corrections. Nous avons donné précédemment 1126,5 (*Comptes rendus*, 186, 1928, p. 821).

100 pour 100 celui du réseau hexagonal de densité maxima (ferrocobalts H) (1).

Lorsqu'un alliage résulte du mélange sans altération de deux porteurs de moments fixes, le moment moyen varie linéairement en fonction du titre. Une variation curviligne indique un phénomene dans lequel interviennent au moins trois moments, par exemple un constituant de moment fixe et un autre dans deux états de moments différents en proportions variables.

Il y a dans les ferrocobalts α deux régions de variation exactement linéaire du moment, de 0 à 13 pour 100 de Co et de 50 à 78 pour 100 de Co, raccordées par une variation curviligne entre 13 et 50 pour 100, dans la région des saturations élevées.

Les deux droites se rencontrent à l'abscisse 33,3 pour 100 correspondant à Fe^2Co et à l'ordonnée 13 magnétons et leurs inclinaisons sont égales et contraires. La première part du point connu du fer, à 11 magnétons et, si l'on admet que l'autre porteur de moment fixe est le cobalt lui-même et non un groupement, elle donne par extrapolation un état du cobalt à 17 magnétons.

La deuxième droite passe à 100 pour 100 de Co par le point $n = 9$, au degré de la précision limitée par les difficultés d'analyse et par l'extrapolation, à partir de la limite de la région α. Le cobalt, dans les ferrocobalts α riches en cobalt, est donc dans un état à 9 magnétons. En prolongeant cette droite jusqu'au fer on trouve un fer α à 15 magnétons.

Dans l'état γ on observe une nouvelle droite qui, prolongée jusqu'au cobalt, donne un autre moment inférieur à 9 que l'on peut évaluer à $8\frac{2}{3}$. En prolongeant cette droite en arrière jusqu'à Fe, on obtient un moment du fer γ égal à 14 magnétons. Cette détermination est confirmée par le fait que les ferronickels donnent, par une variation linéaire observée (Peschard) entre Ni et Fe^2Ni^3, ce même fer γ à 14 magnétons.

Le cobalt pur à l'état H est très dur magnétiquement en raison de son anisotropie, et les valeurs observées sont approchées par défaut. Nous avons trouvé $n = 8,37$. Par contre, le cobalt trempé à partir de températures supérieures à 470°, où l'état γ est stable, est un mélange des cobalts H et γ. Ce dernier ayant un moment plus élevé on obtient ainsi, pour le cobalt H, une valeur $n = 8,60$ approchée par excès. L'interprétation de ces faits nous a été fournie par un résultat obtenu par Seiji Kaya (2) dans

(1) MASUMOTO, *Tohoku Sci. Rep.*, 15, 1926, p 449.
(2) *Tohoku Sci. Rep.*, 17, 1928, p. 1158.

une étude orientée de l'aimantation d'un monocristal de cobalt H. On peut déduire de ses mesures dans la direction de l'axe senaire, qui est un axe de facile aimantation, le moment atomique de $8\frac{1}{2}$ magnétons. Nous trouverons dans une étude des nickel-cobalts qui sera publiée prochainement une confirmation précise de ce moment.

En résumé, cette étude des ferrocobalts montre que, comme les ions de la famille du fer, les atomes de fer et de cobalt sont susceptibles de plusieurs moments différents, même sans changement du réseau. Ces moments sont en général des multiples entiers du magnéton expérimental : 11, 15 pour le fer α, 14 pour le fer γ, 17 et 9 pour le cobalt α. Quelquefois le moment est une fraction rationnelle simple du magnéton : $8\frac{1}{2}$ dans le cobalt H et probablement $8\frac{2}{3}$ dans le cobalt γ.

M. **Henri Villat**, en faisant hommage à l'Académie d'un Ouvrage intitulé *Leçons sur l'Hydrodynamique* (Gauthier-Villars, éditeur), s'exprime en ces termes :

La première partie de ces *Leçons* est destinée à donner une idée, aussi simple et aussi nette que possible, de la Théorie des Sillages dont on connaît l'importance dans la Mécanique des Fluides : cette théorie a été édifiée sur les principes fondamentaux posés par Kirchhoff, Helmholtz, et surtout par MM. Levi-Civita et M. Brillouin. J'ai moi-même, ainsi que mes élèves, apporté quelques prolongements et perfectionnements à cette théorie.

L'objet principal du présent Livre consiste à étudier comment les propriétés et caractères des mouvements d'un fluide parfait peuvent se déduire à la limite, des propriétés et caractères d'un fluide visqueux, dont on ferait tendre la viscosité vers zéro. Cette question a fait d'abord l'objet de savantes recherches de M. C. W. Oseen et de ses élèves, notamment de MM. N. Zeilon et Faxen. Nous exposons ici les théories dues à ces auteurs, et à nous-même, dans cet ordre d'idées. Le passage à la limite envisagé comporte des difficultés considérables, qu'une remarque antérieure de M. J. Boussinesq pouvait du reste laisser prévoir. La raison essentielle des difficultés rencontrées réside sans doute, selon la profonde remarque de M. J. Hadamard, dans le fait que les termes des équations de l'Hydrodynamique, qui contiennent le coefficient de viscosité et qui disparaissent avec ce coefficient, sont justement ceux où interviennent les dérivées de

l'ordre le plus élevé. De sorte que les « caractéristiques » du problème général diffèrent essentiellement de celles du problème limite.

Après avoir exposé la construction des équations intégrales de l'Hydrodynamique, nous déterminons avec M. Oseen une solution du cas limite. Nous donnons les résultats obtenus par M. Zeilon dans la recherche de solutions effectives, et nous indiquons les résultats que nous avons obtenus dans le cas d'un fluide limité par des parois fixes.

Nous espérons que ce livre pourra faciliter aux chercheurs la voie à suivre, dans un domaine où tant de beaux résultats sont encore à découvrir.

M. E. **Mathias** (¹), en son nom et en celui de M. **Ch. Maurain**, fait hommage à l'Académie du Mémoire justificatif du *Nouveau réseau magnétique de la France au 1er janvier* 1924, ainsi que les *Cartes* au millionième pour les isogones, au deux-millionième pour les sept éléments D, I, H, F, X, Y, Z.

Alors que l'ancien réseau de Th. Moureaux au 1er janvier 1896 comprenait 617 stations, le nouveau en comporte 1328 qui se répartissent ainsi entre les différents observateurs :

MM.		MM.	
Baldit	226	Jacquet et Bellocq	99
Belus et Maurel	22	Labrouste	44
Brazier	43	Maurain	191
Dongier	125	Mathias	160
Eblé	194	Tabesse	170
Gibault et Rougerie	22	Service géographique de l'Armée	26

Les appareils ont été des théodolites-boussoles et des boussoles d'inclinaison Brunner-Chasselon étalonnés par comparaison avec les appareils de l'Observatoire du Val-Joyeux avant et après chaque campagne. Le mode opératoire a été celui de Moureaux.

Les stations ont été choisies par E. Mathias d'après un plan d'ensemble fondé sur l'ancien réseau de Moureaux, les stations étant plus serrées là où Moureaux avait constaté des anomalies et là où les mailles de son réseau étaient trop grandes. A cause du grand développement des côtes françaises, le nombre des stations maritimes étudiées par Moureaux a été triplé.

Les opérations sur le terrain se sont échelonnées de 1921 à 1927, autour d'une période de minimum de l'agitation magnétique, de manière à éliminer le plus possible les perturbations magnétiques.

(¹) Séance du 21 octobre 1929.

On a commencé par réduire chaque valeur brute à ce qu'elle aurait été si on l'avait déterminée au 1er juillet le plus rapproché. Il fallait ensuite rapporter ces résultats à la date unique du 1er janvier 1924, les plus forts intervalles de temps étant de 3 ans. On a utilisé alors des cartes de la variation séculaire. Pour chacun des intervalles allant du 1er juillet 1924 au 1er juillet de l'une des années 1921 à 1927, on a tracé une carte comprenant pour la France et les régions limitrophes les lignes d'égale variation de l'élément magnétique considéré. Les variations étant bien déterminées dans les observatoires pourvus de magnétographes, on a utilisé les variations séculaires déduites des enregistreurs des 16 observatoires suivants : Val-Joyeux et Nantes (France), Rude-Skov (Danemark), Eskdalemuir, Stonyhurst et Greenwich (Grande-Bretagne), Valencia (Irlande), De Bolt (Pays-Bas), Seddin et Munich (Allemagne), Prague (Tchécoslovaquie), Swider (Pologne), Pola (Italie), Tortosa et San-Fernando (Espagne), Coïmbra (Portugal) et une série de déterminations faites à Alger.

On a ainsi ramené les nombres à l'époque idéale : 1er janvier 1924, et l'on a construit les cartes des isomagnétiques comme l'avait fait Th. Moureaux. Les réseaux ont été tracés de 10′ en 10′ pour D et I, de 0,001 en 0,001 unités E. M. C. G. S. pour les intensités.

L'anomalie du Bassin de Paris, découverte par Moureaux, a été retrouvée avec le même aspect dans son ensemble, mais avec plus d'irrégularités dans le détail. D'autres anomalies ont été découvertes. D'une manière générale, les nouvelles cartes présentent une très grande richesse de détails difficile à résumer en quelques mots.

Les auteurs tiennent à reconnaître l'aide très importante qui leur est venue de M. L. Éblé et de Mlle Homery, qui ont consacré beaucoup de temps aussi bien à la réduction des mesures qu'à la construction des cartes. Ils tiennent à leur en exprimer leur plus vive et plus chaleureuse gratitude.

ÉLECTIONS.

Par la majorité absolue des suffrages, M. **Émile Picard** est désigné pour faire partie de la troisième section de la Caisse des recherches scientifiques en remplacement de M. *Ch. Moureu* décédé.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

The Geographical Society of Finland. *Atlas of Finland*.

M. L. **Gauchet**, directeur de l'*Observatoire de Zo-Sé*, adresse un Rapport relatif à la façon dont a été employé la subvention allouée à cet établissement sur la *Fondation Loutreuil* en 1928.

LOGIQUE MATHÉMATIQUE. — *Recherche des solutions bornées de certaines équations fonctionnelles*. Note de M. **J. Herbrand**, présentée par M. Hadamard.

1. Nous nous proposons de trouver toutes les solutions définies dans un intervalle (A, B) et bornées, de l'équation fonctionnelle

$$(1) \qquad \frac{1}{b-a}\int_a^b f(x)\,dx = \alpha_0 f(a) + \alpha_2 f\left(\frac{a+b}{2}\right) + \alpha_2 f(b),$$

α_0, α_1, α_2 étant des constantes; l'intégrale étant prise au sens de Lebesgue, l'équation étant vérifiée pour toutes les valeurs de a et b comprises entre A et B. On peut même supposer $f(x)$ bornée seulement dans un intervalle, et totalisable, l'intégrale étant prise au sens de Denjoy : car on voit aisément qu'alors $f(x)$ est bornée dans tout l'intervalle (A, B).

En échangeant a et b et en soustrayant de (1) l'équation ainsi obtenue, on voit que si $f(x)$ n'est pas constante on a $\alpha_0 = \alpha_2$, ce que nous supposerons désormais. Montrons maintenant que toute solution bornée est analytique.

2. Posons :

$$\delta(a, h) = f(a+h) - f(a), \qquad \varphi(a, h) = \frac{1}{h}\delta(a, h).$$

Dans (1), changeons d'abord a en $2a - b$; puis changeons a en $2a - b$

et b en $b+2h$ et soustrayons les deux équations obtenues; on trouve :

$$(2)\quad \alpha_1\delta(a,h)+\alpha_0\delta(b,2h) = \frac{1}{2(b-a+h)}\int_b^{b+2h} f(x)\,dx - \frac{h}{2(b-a)(b-a+h)}\int_{2a-b}^{b} f(x)\,dx.$$

Donc $a_1\delta(a,h)+\alpha_0\delta(b,2h)$ tend vers zéro avec h.

Si α_0 ou α_1 est nul, on en déduit la continuité de $f(x)$: sans cela, si en un point a, $\delta(a,h)$ a des limites d'indétermination différentes de zéro quand h tend vers zéro, on voit qu'en tout autre point b, les limites d'indétermination de $\delta(b,h)$ auront des mêmes valeurs non nulles; ce qui entraînerait, comme on le voit sans peine, que $f(x)$ ne serait pas bornée. Donc $\delta(a,h)$ tend toujours vers zéro avec a, et $f(x)$ est continue.

De l'équation (1), on déduit alors, en faisant tendre a vers b, que

$$(3)\quad 2\alpha_0+\alpha_1=1.$$

3. Divisons les deux membres de (2) par h; le deuxième membre est continu en h; donc $\alpha_2\varphi(a,h)+2\alpha_0\varphi(b,2h)$ a une limite finie quand h tend vers zéro. Si α_0 ou α_1 est nul, on en déduit que $f(x)$ a une dérivée. Sans cela, ou bien $\varphi(a,h)$ a une limite d'indétermination infinie quand h tend vers zéro par valeurs positives ou négatives; et il en est de même pour $\varphi(b,h)$; or ceci est impossible d'après un théorème connu (un même nombre-dérivé ne peut être infini d'un même signe en tous les points d'un intervalle); ou bien $\varphi(a,h)$ a des limites d'indétermination finies quand h tend vers zéro; mais ces limites ne peuvent être différentes car il en serait alors de même pour $\varphi(b,h)$ quel que soit b; or ceci est impossible d'après un théorème de M. Lebesgue (l'ensemble des points où il y a quatre nombres dérivés finis et inégaux est de mesure nulle).

Donc $\varphi(a,h)$ a une limite déterminée quand h tend vers zéro, et $f(x)$ est dérivable.

4. M étant la borne de $f(x)$ dans l'intervalle A, B, on déduit de (2) en divisant par h et en faisant tendre h vers zéro, que, $f'(x)$ étant la dérivée de $f(x)$,

$$(4)\quad |\alpha_1 b'(a)+2\alpha_0 b'(b)| < \frac{2M}{|b-a|},$$

a et b étant tels que $2a-b$ soit compris entre A et B. Supposons désormais $\alpha_0\neq 0$ (dans le cas contraire un raisonnement direct fait en dérivant (1) montrerait sans peine que $f'(x)$ est constant). Remplaçons dans

(4) a et b successivement par a et c, d et a, d et c; une combinaison linéaire des quatre inégalités obtenues donne, en tenant compte de (3) :

$$2|\alpha_0||b'(b)| < 2M\left[\frac{1}{|b-a|} + \frac{|\alpha_1|}{|c-a|} + \frac{|\alpha_1|}{|d-a|} + \frac{|\alpha_1|}{|d-c|}\right].$$

D'où l'on conclut, en choisissant convenablement a, c et d, l'existence d'une constante k telle que $|f'(x)| < k$M. On peut prendre

$$k = \frac{6(5|\alpha_1|+1)}{|\alpha_0||B-A|}.$$

5. En ajoutant les équations obtenues en dérivant (1) successivement par rapport à a et par rapport à b, on voit que $f'(x)$ satisfait aussi à l'équation (1). Donc $f(x)$ possède toutes ses dérivées, et la $n^{\text{ième}}$ dérivée est bornée k^n.M. On en conclut que $f(x)$ est analytique.

6. Choisissons alors pour a une valeur telle que, si $f(\alpha)$ n'est pas un polynome de degré inférieur à 4, $f(x)$ et ses quatre premières dérivées, et si $f(x)$ est un polynome de degré $k \leqq 3$, $f(x)$ et ses k premières dérivées, soient différents de zéro en a. Remplaçons dans (1) b par $a+x$, et les fonctions par leurs développements en série de Taylor en x. En identifiant, on trouve le résultat suivant :

Théorème. — *Les solutions bornées non constantes de l'équation* (1) *sont les suivantes, et n'existent que dans les cas suivants :*

1° $\alpha_0 = \alpha_2$, $\alpha_0 + \alpha_1 + \alpha_2 = 1$, *$f$ étant un polynome du premier degré.*

2° $\alpha_0 = \alpha_2 = \frac{1}{6}$, $\alpha_1 = \frac{4}{6}$, *f étant un polynome du troisième degré (on a, dans ce cas, la formule des trois niveaux).*

Tout ou partie des méthodes précédentes s'étend sans peine à des équations plus générales; par exemple, supposons que l'on remplace dans (1) $f\left(\frac{a+b}{2}\right)$ par $f(\lambda a + \mu b)$, λ et μ étant deux constantes liées par $\lambda + \mu = 1$: on montrerait que toutes les solutions bornées non constantes sont des polynomes de degré 1, 2, ou 3. On pourrait aussi supposer les α_i non constants, ou considérer les équations $\alpha_0 f(x) + \alpha_1 f(\lambda x + \mu y) + \alpha_2 f(y) = F(x, y)$, $F(x, y)$ étant connue.

GÉOMÉTRIE. — *Quelques compléments au théorème de Nœther.* Note [1] de M. **P. Dubreil.**

Considérons l'idéal $m=(f, g)$ défini par deux courbes algébriques planes f et g d'équations

$$f(x, y)=0, \qquad g(x, y)=0.$$

Les résultats indiqués dans une Note précédente (*Comptes rendus*, 188, p. 1362) au sujet de l'exposant ρ de l'idéal primaire relatif à l'idéal m et à l'un des points d'intersection O des deux courbes sont susceptibles d'extension.

Désignons, dans le système de coordonnées transformées xy, par

$$R(x)=A(x, y)f(x, y)+B(x, y)g(x, y),$$

le sous-résultant en x des polynomes f, g; par r, s et l les ordres de multiplicité du point O pour les courbes $f=0$, $g=0$, $B=0$. On a, dans tous les cas,

$$l=r-1.$$

Ce résultat permet d'établir le lemme suivant :

Soient $\varphi_1=0$, $\varphi_2=0$, $\varphi_3=0$ trois courbes algébriques planes passant par O. Considérons les exposants ρ_1, ρ_2, ρ_3 relatifs au point O et aux idéaux

$$m_1=(\varphi_2\varphi_3, \varphi_1), \qquad m_2=(\varphi_3\varphi_1, \varphi_2), \qquad m_3=(\varphi_1\varphi_2, \varphi_3).$$

Si l'on suppose les notations choisies de manière que

$$\rho_1 \geqq \rho_2 \geqq \rho_3,$$

on a nécessairement $\rho_1=\rho_2$. (Un seul des exposants ne peut pas être supérieur aux deux autres.)

Ce lemme permet en premier lieu de ramener le calcul de l'exposant ρ au cas où les deux courbes f, g ont en O toutes leurs tangentes confondues; si en effet $g=g_1\times g_2$, les deux courbes g_1 et g_2 n'ayant pas de tangentes communes, et si, pour les idéaux (f, g_1) et (f, g_2), on a

$$\rho_1=r+s_1-1+M_1, \qquad \rho_2=r+s_2-1+M_2,$$

---

(1) Séance du 21 octobre 1929.

l'exposant ρ de l'idéal (f, g) a pour valeur

$$\rho = r + s - 1 + M \quad (s = s_1 + s_2),$$

où M désigne le plus grand des deux nombres M_1 et M_2.

Cela étant, plaçons-nous d'abord dans le cas où les courbes f et g n'admettent au point O que des systèmes circulaires d'ordre 1, et désignons par $N_1, N_2, \ldots, N_s$ les sommes des ordres de contact (tous entiers) des différentes branches de g avec toutes les branches de f, par $\Theta_1, \Theta_2, \ldots, \Theta_s$ les sommes des ordres de contact de chacune des branches de g avec les $s-1$ autres branches de cette même courbe. Posons

$$M_i = N_i + \Theta_i.$$

Si l'un, M, des nombres M_i est supérieur à tous les autres, on a

$$\rho = r + s - 1 + M.$$

Si plusieurs des nombres M_i sont égaux entre eux et supérieurs aux autres, le nombre $r + s - 1 + M$ fournit une limite supérieure de ρ, mais il y a des cas où cette limite n'est manifestement pas atteinte, puisque, si g est une courbe multiple, les nombres Θ sont infinis. L'expression de ρ prend alors une forme un peu différente.

Nous dirons qu'une courbe γ constitue un *faisceau* par rapport à une courbe f en un point commun O quand deux branches quelconques de γ ont avec n'importe quelle branche de f le même ordre de contact. L'ordre de leur contact mutuel est alors supérieur ou égal au plus grand, ν, des ordres de contact d'une branche (quelconque) de γ avec les différentes branches de f. Étant donnée une courbe g, on peut répartir ses branches en groupes $g_1, g_2, \ldots, g_\lambda$ d'une ou plusieurs branches, dont chacun constitue un faisceau par rapport à f.

Si g se compose d'un faisceau unique de s branches, on a

$$\rho \leqq r + s - 1 + N + (s-1)\nu \qquad (N = N_1 = \ldots = N_s)$$

avec, en général, l'égalité. L'inégalité est d'ailleurs impossible dans le cas où f forme également un faisceau par rapport à g et où l'ordre de contact de deux branches de f ou de deux branches de g est supérieur à ν. On a alors

$$N = r\nu \qquad \text{et} \qquad \rho = (r + s - 1)(\nu + 1).$$

Dans le cas général, soient $g_1, g_2, \ldots, g_\lambda$ les différents faisceaux dont se compose g; désignons par α_i le nombre des branches que contient g_i, par

γ_i le plus grand des ordres de contact d'une branche de g_i avec les différentes branches de f, par N_i la somme des ordres de contact d'une branche de g_i avec toutes les branches de f, par Θ_i la somme des ordres de contact d'une branche (quelconque) de g_i avec les branches de g qui n'appartiennent pas à g_i. Posons :

$$M_i = N_i + \Theta_i + (\alpha_i - 1)\nu_i.$$

Soit M la valeur maxima des M_i. On a

$$\rho \leqq r + s - 1 + M,$$

avec, en général, l'égalité.

Nous avons supposé que les courbes f, g n'avaient pas de systèmes circulaires d'ordre supérieur à 1. En prenant la tangente commune pour axe des x, un changement de variable de la forme

$$x = \xi^\lambda, \qquad (y = \eta),$$

où λ a une valeur convenable, permet de se ramener toujours à ce cas. Par le même changement de variable et moyennant un choix convenable de Oy, l'exposant ρ_x est remplacé par un exposant ρ_ξ tel que

$$\lambda\rho_x = \rho_\xi.$$

On obtient ainsi l'expression d'une limite supérieure de ρ généralement atteinte : il suffit de remplacer dans ce qui précède les nombres M_i par leurs parties entières.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Les expressions explicites des invariants d'un groupe de monodromie d'un système d'équations différentielles linéaires à coefficients rationnels arbitraires.* Note de M. **J.-A. Lappo-Danilevski**, présentée par M. Hadamard.

Désignons par $\chi_1(X), \ldots, \chi_n(X)$ les nombres caractéristiques d'une substitution X de degré n, et considérons les invariants de cette substitution :

$$\iota_1(X) = \chi_1(X) + \ldots + \chi_n(X) = \sum_{K=1}^{n} \{X\}_{KK}; \qquad \ldots; \qquad \iota_n(X) = \chi_1(X)\ldots\chi_n(X).$$

En se servant des matrices déterminantes, introduites dans notre Note

précédente ([1]), on peut écrire évidemment

$$(1) \qquad \iota_\rho(X) = \iota_1[D^{(\rho)}(X)] \qquad (\rho = 1, 2, \ldots, n).$$

Il est aisé de voir que les invariants jouissent de la propriété commutative cyclique, de sorte que

$$\iota_\rho(X_1X_2\ldots X_\nu) = \iota_\rho(X_\nu X_1\ldots X_{\nu-1}) = \ldots = \iota_\sigma(X_2X_3\ldots X_1).$$

Outre cela, l'invariant ι_1 jouit de la propriété additive

$$\iota_1(X_1+X_2) = \iota_1(X_1) + \iota_1(X_2).$$

Il en résulte que l'invariant ι_1 d'une fonction holomorphe

$$F(X_1X_2\ldots X_m) = \alpha_0 + \sum_{\nu=1}^{\infty}\sum_{j_1\ldots j_\nu}^{(1\ldots m)} X_{j_1}\ldots X_{j_\nu}\alpha_{j_1\ldots j_\nu}$$

de m substitutions $X_1, X_2, \ldots, X_m$ ([2]) peut être mis sous la forme

$$(2) \qquad \iota_1[F(X_1X_2\ldots X_m)] = n\alpha_0 + \sum_{\nu=1}^{\infty}\sum_{j_1\ldots j_\nu}^{(1\ldots m)\,\star} \iota_1(X_{j_1}\ldots X_{j_\nu})\beta_{j_1\ldots j_\nu},$$

où

$$(3) \qquad \beta_{j_1\ldots j_\nu} = \sum{}' \alpha_{j_1\ldots j_\nu}.$$

La somme $\sum'$ est étendue à toutes les permutations distinctes dans le système des permutations cycliques :

$$(4) \qquad j_1, j_2, j_\nu;\ j_\nu j_1, \ldots, j_{\nu-1};\ \ldots;\ j_2, j_3, \ldots, j_1,$$

et la somme $\sum\limits_{j_1\ldots j_\nu}^{(1\ldots m)\,\star}$ aux représentants de tous les systèmes cycliques (4) qu'on obtient en faisant parcourir indépendamment aux indices $j_1, \ldots, j_\nu$ les valeurs $1, 2, \ldots, m$.

Soit Y une matrice intégrale du système

$$(5) \qquad \frac{dY}{dx} = \sum_{j=1}^{m}\sum_{s=1}^{s}\frac{YU_j^s}{(x-a_j)^s}.$$

([1]) *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 557.

([2]) Voir notre Note, *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 439.

Désignons par V_j la substitution intégrale qu'elle subit quand la variable x décrit un circuit entourant le point a_j. Conformément à la formule (1), les invariants d'un groupe de monodromie du système (5) sont :

$$(6)\qquad \iota_\rho(V_j) = \iota_1[D^{\rho}(V_j)] \qquad (\rho = 1, \ldots, n;\ j = 1, \ldots, m).$$

Ces invariants sont évidemment indépendants du choix de la matrice intégrale Y du système (5). Par suite, on peut supposer que la matrice Y se réduit à I pour $x = b$. Les expressions des racines déterminantes $D^{(\rho)}(V_j)$ seront fournies alors par la formule (7) de notre Note précédente ([1]). En se servant des formules (6) et (2), on arrive ainsi aux représentations des invariants (6) sous forme de fonctions entières des éléments des substitutions différentielles U_j^r

$$(7)\qquad \iota_\rho(V_j) = \frac{n(n-1)\ldots(n-\rho+1)}{1.2\ldots\rho} + \sum_{\nu=1}^{\infty} \sum_{j_1 \ldots j_\nu}^{(1\ldots m)\,*} \sum_{r_1 \ldots r_\nu}^{(1\ldots\infty)\,*} \iota_1[E^{\rho}(U_{j_1}^{r_1}) \ldots E^{\rho}(U_{j_\nu}^{r_\nu})]\, S_j(a_{j_1}^{r_1} \ldots a_{j_\nu}^{r_\nu}),$$

où

$$(8)\qquad S_j(a_{j_1}^{r_1} \ldots a_{j_\nu}^{r_\nu}) = \sum{}' P_j(a_{j_1}^{r_1} \ldots a_{j_\nu}^{r_\nu}, b).$$

Les sommations dans les formules (7) et (8) sont analogues aux sommations (2) et (3), à la seule différence qu'au lieu des indices simples $j_1, \ldots, j_\nu$, on a les indices doubles $\binom{r_1}{j_1}, \ldots, \binom{r_\nu}{j_\nu}$.

En calculant les sommes (8), on démontre que tout paramètre $S_j(a_{j_1}^{r_1} \ldots a_{j_\nu}^{r_\nu})$ est un polynome homogène à coefficients numériques du degré $r_1 + \ldots + r_\nu$ — par rapport aux fractions

$$\frac{1}{a_j - a_1}, \quad \ldots, \quad \frac{1}{a_j - a_{j-1}}, \quad \frac{1}{a_j - a_{j+1}}, \quad \ldots, \quad \frac{1}{a_j - a_m}.$$

Le calcul de ces coefficients n'exige d'ailleurs qu'un nombre fini d'opérations rationnelles et se fait par voie de récurrence.

([1]) *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 557.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Primitive généralisée d'une fonction.* Note de M. **André Roussel**, présentée par M. Goursat.

Je me propose de reprendre dans cette Note les résultats que j'avais antérieurement obtenus concernant une généralisation très simple de la notion de primitive ([1]) pour leur donner un caractère absolument général. Quand on cherche à résoudre le problème de la primitive d'une $f(x)$ continue par rapport à une autre $\varphi(x)$ continue, c'est-à-dire à former une F telle que

$$(1)\qquad F(x+h)-F(x)=f(x)\{\varphi(x+h)-\varphi(x)\}+\varepsilon\{\varphi(x+h)-\varphi(x)\},$$

ε étant infiniment petit avec h, on voit bien facilement qu'il y a lieu d'introduire des conditions restrictives pour f et φ; supposons par exemple φ partout oscillante; pour tout x il existera une suite $\{h_i\}$ tendant vers zéro, telle que $\varphi(x+h_i)=\varphi(x)$. D'après (1) on devra aussi avoir $F(x+h_i)=F(x)$. Alors F serait une fonction de φ; de même pour f et la question précédente ne pourrait donc être résolue que dans des cas particuliers. Dans la Note citée ci-dessus, j'ai établi que, moyennant une généralisation qui sera rappelée plus bas, le problème en question était alors résoluble avec certaines restrictions dans le choix des fonctions $\varphi(x)$. *Ces restrictions peuvent être supprimées* ([2]), comme nous l'indiquerons ici. Si dans (1) nous remplaçons le coefficient de ε, soit $\varphi(x+h)-\varphi(x)$ par $\omega(h)$, en désignant par ω le module de continuité de φ, c'est-à-dire, comme on le sait, la quantité : $\max\limits_{|k|>|u|}|\varphi(x+k)-\varphi(x)|$, l'équation obtenue, soit

$$(2)\qquad F(x+h)-F(x)=f(x)\{\varphi(x+h)-\varphi(x)\}+\varepsilon\omega(h),$$

définit une fonction de x, soit F, qui sera dite *la primitive généralisée* ([3]) de f par rapport à φ. Dans le cas où φ vérifie une condition de Lipschitz, d'ordre 1, la définition précédente se confond avec la définition classique dont elle est bien par suite une extension naturelle. On a alors le théorème :

A *tout couple f, φ de fonctions continues correspond une* F *continue qui est la primitive généralisée de f par rapport à φ.*

([1]) Cf. André Roussel, *Primitive de seconde espèce d'une fonction* (*Comptes rendus*, 187, 1928, p. 926).

([2]) Cf. André Roussel, *Sur certaines généralisations des opérations infinitésimales élémentaires* (*Acta mathematica*, 53, I-II, 1929, p. 86 à 131).

([3]) Dans le travail cité ci-dessus j'avais donné à F le nom de *primitive de seconde espèce*.

Deux hypothèses seulement sont possibles au sujet de $\omega(h):|h|$. Ce rapport reste inférieur à un M fixe ou tend vers ∞ quand h tend vers zéro. S'il existait une suite $\{h_i\}$ tendant vers zéro telle que $\omega(h_i):|h_i| < M$, on voit facilement que φ serait limite d'une suite de fonctions de rapports incrémentaux ne dépassant pas M; l'inégalité précédente serait vraie pour tout h et l'on retomberait dans le premier cas, qui se résout par une intégrale de Lebesgue. Soit alors le second cas beaucoup plus général que le premier. On peut supposer les fonctions définies dans (1, 2) et φ ne s'y annulant pas. Quel que soit $\varepsilon > 0$, on peut trouver une fonction $u(x)$ représentée par une ligne polygonale inscrite dans $y = x:\varphi(x)$ telle que

$$|f(x) - f[u(x)\varphi(x)]| = |f_1(x)| < \varepsilon.$$

On en tire la possibilité d'écrire toute fonction continue sous la forme d'une série uniformément et absolument convergente

$$f(x) = \sum_{n=1}^{n=\infty} f_n[u_n(x)\varphi(x)],$$

es u_n jouissant des deux propriétés suivantes :

$$\left|\frac{u_n(x+h) - u_n(x)}{\omega(h)}\right| < M, \qquad \lim_{n=0} \frac{u_n(x+h) - u_n(x)}{\omega(h)} = 0,$$

M étant indépendant de h et de l'entier n.

Si l'on considère alors la fonction

$$F(x) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{F_n[u_n(x)\varphi(x)]}{u_n(x)},$$

où l'on a posé

$$F_n(t) = \int_1^t f_n(t)\,dt,$$

on montrerait sans peine que cette fonction est une primitive généralisée de f par rapport à φ.

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Généralisation du théorème de l'énergie.* Note [1] de M. **Victor Vâlcovici**, transmise par M. Paul Appell.

Nous avons donné précédemment une généralisation du théorème de Kœnig [2]. En reprenant les deux trièdres mobiles T_1 et T_2 et les notations employées dans la Note précitée, on aura

$$\dot{\bar{r}}_1 = \dot{\bar{r}} + \dot{\bar{r}}_2,$$

ce qui donne la relation

$$E_1 = E_2 + M\frac{\dot{\bar{r}}^2}{2} + \frac{1}{2}\sum m(\bar{\omega}\times\bar{r}_2)^2 + \bar{\omega}\bar{K}_2 + M\dot{\bar{r}}\dot{\bar{\rho}}_2 \tag{1}$$

au moyen de la formule

$$\dot{\bar{r}}_2 = \bar{\rho}_2 + \bar{\omega}\times\bar{r}_2.$$

Le théorème de l'énergie

$$\dot{E}_1 = \sum \bar{F}\dot{\bar{r}}_1,$$

où $\bar{F}$ sont les forces (extérieures et intérieures) qui agissent sur le système considéré (S), devient

$$\dot{E}_2 + \dot{\bar{\omega}}\bar{K}_2 + M\ddot{\bar{r}}\bar{V}_2 = \sum \bar{F}\bar{\rho}_2 + \sum m(\bar{\omega}\times\bar{r}_2)(\bar{\omega}\times\bar{\rho}_2), \tag{2}$$

si l'on tient compte de la relation

$$\sum(\bar{r}_2\times\bar{F}) - \dot{\bar{K}}_2 = M\bar{\rho}_2\times\ddot{\bar{r}} + \frac{d}{dt}\sum m\bar{r}_2\times(\bar{\omega}\times\bar{r}_2),$$

que nous avons établie dans une Note antérieure [3].

Pour que (2) prenne la forme simplifiée

$$\dot{E}_2 = \sum \bar{F}\bar{V}_2,$$

---

(1) Séance du 21 octobre 1929.

(2) *Comptes rendus*, **188**, 1929, p. 769. Je saisis cette occasion pour rectifier une omission que j'ai faite en citant seulement M. J. Le Roux comme ayant trouvé les trièdres d'énergie minima. MM. T. Levi-Civita et U. Amaldi les avaient trouvés bien avant (*Lezioni di Meccanica Razionale*, **2**, 1re partie, p. 309, Bologna, Nicola Zanichelli).

(3) *Généralisation du théorème des moments des quantités de mouvement* [*Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 563, formule (3)].

il faut que les trièdres T_2 satisfassent à la condition

$$\bar{\dot{\omega}}\overline{K_2} + M\bar{\dot{r}}\overline{V_2} = \sum m(\bar{\omega}\times\overline{r_2})(\bar{\dot{\omega}}\times\overline{r_2}). \qquad (3)$$

Si, en particulier, nous considérons les trièdres T_2 animés d'une simple translation par rapport à T_1, alors la condition ci-dessus nous conduit à un théorème trouvé par Bonnet ([1]).

Si, par contre, on prend $\bar{\omega} \neq 0$ et O_2 dans le centre de gravité du système, alors la condition (2) nous fournit la propriété suivante :

Le théorème de l'énergie sera valable relativement au trièdre T_2 *ayant son origine dans le centre de gravité du système* (S) *si le produit scalaire de la dérivée du vecteur de rotation* ω *par la somme des moments des quantités de mouvement relativement à* T_2 *est égal à la somme des produits scalaires entre la vitesse de rotation d'entraînement des points du système par la rotation d'entraînement de la quantité de mouvement relativement à* T_2.

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *A propos du problème fondamental de la théorie des tourbillons.* Note de M. **Joseph Pérès.**

1. Dans son élégante solution de ce problème (cas de l'espace), M. H. Villat obtient des équations de Fredholm pour déterminer les vitesses à la paroi ([2]). Ultérieurement M. Delsarte a indiqué une modification de la méthode, avantageuse pour vérifier les propriétés de la solution ([3]).

Dans l'un ou l'autre cas, les noyaux des équations obtenues sont infinis comme r^{-2}, ce qui fait que la théorie classique de Fredholm n'est pas immédiatement applicable (elle suppose, en effet, pour que l'itération soit possible, les noyaux infinis d'ordre inférieur à 2). La difficulté se lève sans doute, mais on peut aussi, comme nous allons le montrer, remplacer les équations (4) de M. Villat par des équations analogues à noyaux infinis seulement comme r^{-1}.

Pour y arriver il suffit de noter que, à cause de la relation à la paroi

$$\alpha u + \beta v + \gamma w = 0, \qquad (1)$$

([1]) Voir, par exemple, P. Appell, *Traité de Mécanique rationnelle*, 2, 4e édition, p. 76.

([2]) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 837. Nous prenons mêmes notations.

([3]) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1655. — Voir aussi H. Villat, *Leçons sur la Théorie des Tourbillons*, Chap. II, notamment p. 32 et suiv., Gauthier-Villars, 1929.

il n'y a, en fait, que deux inconnues à cette paroi et que deux équations suffiraient à les déterminer. On pourra donc remplacer les équations (4) par les combinaisons obtenues, par exemple, en multipliant la deuxième par γ, la troisième par β et retranchant. Dans ces combinaisons apparaissent naturellement, au lieu de u, v, w, les inconnues

$$(2)\qquad l = v\gamma - \beta w, \quad m = w\alpha - \gamma u, \quad n = u\beta - \alpha v \text{ (1)},$$

avec

$$(1')\qquad l\alpha + m\beta + n\gamma = 0,$$

exactement équivalentes d'après (1); on a d'ailleurs

$$(2')\qquad u = \beta n - \gamma m, \quad \ldots\ldots$$

Dans les termes délicats des (4) (noyaux en r^{-2}) il figure $\left(\text{sous le signe } \iint\right) \frac{\alpha'(\alpha_1 u' + \beta_1 v' + \gamma_1 w')}{r^2}, \ldots$; la combinaison indiquée fait apparaître, devant la parenthèse, la quantité $\gamma_1\beta' - \beta_1\gamma'$ qui est nulle avec MM', de sorte que, pour une bonne surface, les noyaux des nouvelles équations seront seulement en r^{-1}. Noter que nos équations, en tant qu'équations intégrales, ne sont pas du tout équivalentes aux (4); elles ne le deviennent, dans le problème posé, que grâce aux conditions (1), (1').

2. La difficulté est ainsi levée. Nous indiquerons encore qu'il y a gros avantage à faire les transformations précédentes *avant* de rechercher les équations intégrales. On obtient alors ces équations, à partir des formules de Poincaré, sans faire intervenir les théorèmes sur la discontinuité des dérivées partielles d'une simple couche, en utilisant le seul théorème sur la dérivée normale, beaucoup plus simple.

En effet, en un point M du contour, on a

$$(3)\qquad l = \gamma\left(\frac{\partial P}{\partial z} - \frac{\partial R}{\partial x}\right) - \beta\left(\frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{\partial P}{\partial y}\right) = \frac{dP}{dn} - \alpha\frac{\partial P}{\partial x} - \beta\frac{\partial Q}{\partial x} - \gamma\frac{\partial R}{\partial x},$$

les dérivées devant être calculées par continuité intérieure. Si l'on porte au second membre les valeurs P, Q, R de Poincaré, on a d'abord, venant de l'intégrale triple, un terme connu F(M); la dérivée normale de la somme

---

(1) Ce sont les inconnues de M. Delsarte, mais nos équations sont tout à fait différentes.

double donne

$$\frac{1}{2}l + \frac{1}{4\pi}\int\int l' \frac{d}{dn}\left(\frac{1}{r}\right)d\sigma';$$

il reste un terme qui s'écrit

$$\frac{1}{4\pi}\int\int(\alpha l' + \beta m' + \gamma n')\frac{\partial}{\partial x'}\left(\frac{1}{r}\right)d\sigma',$$

à calculer en prenant d'abord M voisin de la surface, puis en le faisant tendre vers le pied de la normale α, β, γ. La difficulté provenant de l'élément d'intégration infini en r^{-2} s'évanouit si l'on retranche, sous le signe somme, la quantité nulle $(\alpha' l' + \beta' m' + \gamma' n')\frac{\partial}{\partial x'}\left(\frac{1}{r}\right)$.

On obtient ainsi l'équation intégrale

$$(5)\quad \frac{1}{2}l = \mathrm{F} + \frac{1}{4\pi}\int\int l' \frac{d}{dn}\left(\frac{1}{r}\right)d\sigma' + \frac{1}{4\pi}\int\int[l'(\alpha - \alpha') + m'(\beta - \beta') + n'(\gamma - \gamma')]\frac{\partial}{\partial x'}\left(\frac{1}{r}\right)d\sigma'$$

et deux analogues, à noyaux infinis seulement en r^{-1}, pour déterminer l, m, n, c'est-à-dire les vitesses au contour.

3. Les vérifications nécessaires sont aisées, soit directement, soit en utilisant une méthode indirecte telle que celle de M. Delsarte. Contentons-nous d'indiquer ici que la solution des (5) vérifie nécessairement (1'). En posant $\Lambda = \alpha l + \beta m + \gamma n$, on trouve en effet

$$\frac{1}{2}\Lambda = \frac{1}{4\pi}\int\int \Lambda' \frac{d}{dn}\left(\frac{1}{r}\right)d\sigma',$$

équation intégrale homogène bien connue et qui n'a pas d'autre solution que zéro.

NAVIGATION. — *Au sujet du guidage des navires ou aéronefs par ondes dirigées.* Note de M. **William Loth**, présentée par M. G. Ferrié.

La présente Note a pour objet la description d'un nouveau procédé de guidage des bateaux et aéronefs par ondes dirigées. Ce procédé consiste à utiliser d'une façon nouvelle les indications données par des phares émettant des ondes dirigées, celles-ci pouvant être électromagnétiques, lumineuses ou sonores.

L'utilisation actuelle des phares ne donne aux navigateurs que la connaissance d'un point ou, à la rigueur, d'un alignement. Il est donc nécessaire d'avoir les indications de deux ou plusieurs phares en même temps pour en déduire la position que l'on occupe et de là en tirer la direction que l'on doit suivre. Le nouveau procédé consiste à combiner constamment les indications de deux phares tournants associés de façon que le navigateur sache à chaque instant, sans aucune opération, s'il se trouve sur la route que l'on désire lui faire suivre ou bien à droite ou à gauche de cette route. On y arrive aisément en combinant le mouvement de rotation des deux phares suivant une loi telle que les rayons qu'ils émettent se rencontrent sur la route à suivre. Sur cette route le navigateur perçoit simultanément les deux phares, s'il en est à droite il perçoit le premier avant le second, tandis que s'il en est à gauche il perçoit le second avant le premier. On peut même déterminer la loi de rotation des phares de façon que la distance de la route à suivre soit proportionnelle à l'écart de temps qui sépare les deux perceptions. Le navigateur qui a cherché la route peut donc facilement la trouver et la suivre. L'application de ce principe aux phares lumineux est évidente. Il suffit de les entraîner par des moteurs synchrones alimentés par le même réseau et commandant un mécanisme qui impose à chacun d'eux la loi de rotation convenable pour que l'intersection des rayons lumineux suive la route désirée en tenant compte des considérations précédentes.

En ce qui concerne le guidage pour ondes hertziennes on peut soit opérer comme pour les phares lumineux en utilisant des rotations synchronisées, soit si l'on ne peut pas le faire arriver au même résultat, par une voie indirecte se ramenant à des mesures de temps. Il est important de remarquer que l'on reçoit par antenne ce qui supprime les anomalies de réception, le choix de la longueur d'onde permettant de réduire au minimum les anomalies de propagation. Enfin, suivant la longueur d'onde, la réception se fait par maximum d'intensité ou par minimum d'intensité. Dans tous les cas l'usage d'un appareil à seuils tel que l'antiparasite de M. Marrec, servant à limiter l'intensité, permet de découper dans le faisceau hertzien tournant, un angle à bord net définissant deux droites à partir desquelles toutes les mesures peuvent être faites avec une précision supérieure à celle obtenue jusqu'ici dans l'utilisation des radiophares. Les mesures d'angles sont supprimées et remplacées par des mesures de temps ; notamment, l'appréciation d'une coïncidence peut être faite avec une précision très grande, l'oreille étant particulièrement apte à sentir de très

faibles écarts de temps entre deux perceptions. Les routes ainsi tracées par ondes hertziennes peuvent être facilement et rapidement déformées en modifiant convenablement la loi de rotation des phares. Il est donc possible de modifier une route aérienne, par exemple suivant les indications du moment fournies par le Service météorologique, alors même que l'avion qui va profiter de ces données météorologiques est déjà en vol. Dans ces conditions on ne demandera plus audit Service de prévoir le temps longtemps à l'avance, mais de fournir heure par heure l'état actuel de l'atmosphère avec une prévision de très courte durée.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Le mécanisme de l'émission et l'expérience de Melde.* Note de M. **L. Décombe**, présentée par M. Charles Fabry.

1. D'après la mécanique classique le mouvement orbital d'un électron autour d'un centre positif attirant est stable pour toute perturbation qui ne modifie pas la constante des aires. La trajectoire perturbée est une ellipse qui coupe deux fois la trajectoire normale; son aspect relativement à cette dernière est celui que présente à un instant donné une corde vibrant transversalement à l'octave du son fondamental.

Cette propriété est susceptible d'une généralisation *ondulatoire* très simple dans laquelle l'orbite perturbée couperait 4, 6, ..., $2p$ fois l'orbite normale, son aspect étant alors celui d'une corde rendant transversalement l'harmonique de rang $2p$. Ces régimes d'ordre supérieur ($p > 1$) ne sont pas prévus par la mécanique classique. Pour qu'ils puissent prendre naissance l'intervention d'un phénomène vibratoire de fréquence $\nu = p\mathfrak{N}$ est nécessaire, $\mathfrak{N}$ désignant la fréquence de la révolution orbitale. Il suffit d'imaginer, par exemple, qu'au moment où l'électron est légèrement écarté de son orbite normale une action périodique de fréquence $\nu = p\mathfrak{N}$ tende à l'y ramener. Le retour à l'orbite normale se fera par oscillations régulières de fréquence $\nu = p\mathfrak{N}$ et l'orbite perturbée coupera $2p$ fois l'orbite normale.

Ce mécanisme est comparable à celui qui conditionne les vibrations stables de la corde dans l'expérience classique de Melde (1), *l'orbite normale étant assimilée à une corde tendue de fréquence fondamentale* $\mathfrak{N}$, *la fréquence* ν *du diapason excitateur étant égale à* $p\mathfrak{N}$.

(1) En supposant le diapason disposé de manière à vibrer perpendiculairement à la direction de la corde.

2. Ces considérations s'appliquent immédiatement aux orbites privilégiées de Bohr-Sommerfeld pour lesquelles on a, $n_0 - n = p\mathfrak{N}$, n_0 désignant la fréquence pulsatoire fondamentale de l'électron et n sa fréquence pulsatoire sur l'orbite privilégiée de rang p. Il suffit d'attribuer à l'action périodique de rappel une fréquence égale à $n_0 - n$.

Il est à remarquer que les valeurs absolues $\mathcal{E}_1, \mathcal{E}_2, \ldots, \mathcal{E}_p$, de l'énergie sur les orbites privilégiées 1, 2, ..., p, suivent exactement la même loi que les tensions de la corde dans l'expérience de Melde, compte tenu de la longueur de la corde variable d'une orbite à l'autre.

Pour simplifier supposons le centre attirant réduit à un proton. Soient m et M les masses de l'électron et du proton au repos, n_0 et N_0 leurs fréquences pulsatoires fondamentales, n et N leurs fréquences respectives dans leur mouvement conjugué autour de leur centre de gravité, $\mathcal{E}$ et $\mathcal{E}'$ leurs énergies totales (prises en valeur absolue) dans ce même mouvement. On a, en négligeant l'influence de la vitesse sur la masse :

$$\frac{\mathcal{E}}{\mathcal{E}'} = \frac{M}{m}. \tag{1}$$

Les hypothèses sur lesquelles nous avons fondé la théorie de l'électron et du proton pulsants ([1]) fournissent de plus les relations

$$\begin{cases} mc^2 = hn_0, \\ Mc^2 = HN_0, \end{cases} \tag{2}$$

$$\begin{cases} \mathcal{E} = h(n_0 - n), \\ \mathcal{E}' = H(N_0 - N), \end{cases} \tag{3}$$

h désignant la constante de Planck et H une constante analogue relative au proton. Éliminant $\mathcal{E}$ et $\mathcal{E}'$ entre (1) et (3) on obtient :

$$MH(N_0 - N) = mh(n_0 - n). \tag{4}$$

Si nous nous laissons guider par l'idée de résonance dont nous avons déjà éprouvé la fécondité dans ce genre de questions nous serons conduits à poser

$$N_0 - N = n_0 - n \tag{5}$$

([1]) Nous les assimilons à des pellicules sphériques élastiques ou, plus généralement, à des sphères élastiques *pulsantes*.

et, par suite,

$$H = h\frac{m}{M} \quad (6)$$ [1],

La relation (5) se rattache évidemment aux propriétés des lignes de force qui relient l'électron au proton.

Ces tubes, faisant prise en effet par leurs extrémités sur les deux pellicules électronique et protonique, établissent une correspondance étroite entre les déformations qu'elles subissent du fait de leur mouvement orbital et, par conséquent aussi, entre les variations de fréquence $n_0 - n$ et $N_0 - N$ qui en résultent pour leurs pulsations. Le rôle des tubes de force serait d'égaliser constamment les deux quantités $n_0 - n$ et $N_0 - N$, *ce qui semble exiger qu'ils soient capables de vibrer avec la fréquence* $\nu = n_0 - n = N_0 - N$ [2]. Ce seraient donc les tubes de force aboutissant à l'électron et au proton qui joueraient, relativement aux orbites correspondantes, le rôle du diapason de Melde.

L'émission de l'énergie rayonnante apparaît ainsi comme une conséquence des oscillations plus ou moins rapidement amorties que les orbites stables effectuent autour de leurs positions normales lorsqu'une cause perturbatrice les en a accidentellement écartées.

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur la chloruration électrolytique du benzène en milieu méthylique.* Note [3] de M. **Paul Jayles**, présentée par M. Paul Sabatier.

L'alcool méthylique, qui jouit d'un grand pouvoir ionisant et d'une forte conductibilité électrique, et qui dissout d'autre part beaucoup de composés

---

[1] J'a été antérieurement conduit à poser $H = ph\frac{m}{M}$ et à prendre $p = 3$ (*Comptes rendus*, 179, 1924, p. 1150). La valeur $p = 1$ à laquelle conduit l'analyse ci-dessus peut facilement se concilier avec nos précédents résultats.

[2] L'attribution d'une fréquence propre ν aux tubes de force a déjà été envisagée par G. P. Thomson (*Phil. Mag.*, 50, 1925, p. 163). Pour cet auteur ν serait variable avec la position de l'électron sur son orbite; l'analyse ci-dessus implique, au contraire, une fréquence ν constante tout le long de la trajectoire. On observera que $n_0 - n$ et $N_0 - N$ représentent des fréquences de *battements* alors qu'il conviendrait d'introduire les fréquences $\frac{n_0 - n}{2}$ et $\frac{N_0 - N}{2}$ de l'*amplitude résultante maximum*. Cette circonstance exige un léger réajustement dont il sera tenu compte dans le Mémoire définitif.

[3] Séance du 21 octobre 1929.

organiques, constitue, pour les halogénations électrolytiques, un milieu favorable. La présente Note est un exposé des résultats obtenus dans un essai de chloruration électrolytique du benzène en solution dans cet alcool, préalablement saturé, à la température ordinaire, de gaz HCl sec (32 pour 100 de HCl environ).

Le benzène se dissout très bien dans cet alcool méthylique chlorhydrique, et c'est le liquide ainsi obtenu qui a été électrolysé, à une température de 15-20°, avec des électrodes de graphite, et une densité de courant anodique voisine de 12 amp/dm². Dans le but d'étudier l'influence réductrice du dégagement cathodique d'hydrogène, on a opéré concurremment en présence et en l'absence de diaphragme.

Électrolyse sans diaphragme. — Quantité de benzène traitée : 532^g. Alcool méthylique chlorhydrique : 2^l environ. On fait passer un courant de 8 ampères, intensité maxima pour laquelle aucun dégagement gazeux ne se produit encore à l'anode. En fin d'essai, l'intensité est réduite de moitié. Durée de l'essai : 28 heures. Quantité d'électricité employée : 180 ampères-heure.

Au bout de 8 heures de marche, il apparaît sur l'anode des gouttelettes huileuses, jaunâtres, qui grossissent et tombent au fond du bac, où elles forment une couche, qui, au bout de 15 heures, le recouvre entièrement. Le produit brut comprend donc deux couches que l'on sépare par décantation : la couche huileuse inférieure jaune, et la couche supérieure, moins colorée, très fluide, constituant l'électrolyte lui-même.

Celle-ci, traitée par un grand excès d'eau, fournit une nouvelle quantité du liquide huileux inférieur, que l'on réunit à celui spontanément séparé; les eaux de précipitation, concentrées, puis évaporées à sec, ne laissent aucun résidu. Le produit liquide huileux est plusieurs fois lavé à l'eau distillée, puis soumis à l'entraînement par la vapeur d'eau : on recueille d'abord un liquide incolore, très mobile et dispersif, puis le distillat s'épaissit et devient jaunâtre; il se dépose enfin dans le réfrigérant une petite quantité d'un corps solide blanc cristallisé. L'entraînement ne laisse aucun résidu.

On a recueilli séparément la partie fluide, la partie visqueuse et enfin le solide. La portion visqueuse abandonne par refroidissement une nouvelle quantité du solide. D'où, finalement, deux produits bruts : un liquide et un solide.

Le liquide, séché sur SO^4Na^2 anhydre, puis distillé sous 755^{mm}, a fourni :

1° Une portion importante ($403^g,7$), de 75° à 83°, constituée par du benzène inaltéré.

2° Une portion ($69^g,6$), passant à 131-132°, très mobile, très réfringente, insoluble dans l'eau, soluble dans les solvants organiques : la recherche du chlore donne un résultat positif.

$d_{26}^{4} = 1,095$; $n_D^{26} = 1,524$; Cl pour 100 (moyenne de deux essais) : 34,9.

P_M (cryoscopie dans l'acide acétique) : moyenne de deux essais, 117,6.

C'est du monochlorobenzène ($P_M = 112,5$; Cl pour 100 : 35,1).

3° Un résidu de distillation négligeable (1^g environ).

Le solide a été plusieurs fois lavé à l'éther, qui le dissout très peu; très peu soluble dans les solvants organiques froids, mais soluble dans le benzène bouillant; cristallisé dans ce dernier solvant; f. à 155-156°, se vaporise ensuite en émettant des vapeurs très irritantes.

On en a obtenu $4^g,5$. La recherche du chlore donne un résultat positif. Cl pour 100 (moyenne de deux essais) : 72,8.

P_M (cryoscopie dans le benzène) : moyenne de deux essais, 291,3.

C'est de l'α-hexachlorure de benzène $C^6H^6Cl^6$ ($P_M = 291$; $P_F = 157°$; Cl pour 100 : 73,1).

On obtient donc ici un produit d'addition.

Rendements : en monochlorobenzène, 10,6 pour 100; en hexachlorure, 0,3 pour 100; en courant, 10,5 pour 100.

Électrolyse avec diaphragme. — Cet essai a été réalisé dans des conditions analogues, sur 250^g de C^6H^6, dissous dans $1^l,5$ environ d'alcool méthylique chlorhydrique. $d_a = 12,2$ amp/dm²; intensité : 6 ampères, puis 3 ampères à la fin; durée de l'essai : 38 heures et demie; quantité d'électricité employée : 141 ampères-heure.

L'anolyte, traité comme précédemment, a fourni :

1° 128^g de C^6H^6, bouillant à 80-81°.

2° $102^g,4$ de C^6H^5Cl ($Eb_{755} = 131$-$132°$; $d_{24}^{4} = 1,097$; $n_D^{26} = 1,524$); Cl pour 100 (moyenne de deux essais) : 35,0.

P_M (cryoscopie dans C^6H^6) : moyenne de deux essais, 111,9.

3° Un résidu de distillation négligeable (1^g environ) et 7^g d'α-hexachlorure de benzène : f. 156°. Cl pour 100 (2 essais) : 72,9. P_M (2 essais) : 288,8.

Rendements : en monochlorobenzène, 35,3 pour 100; en hexachlorure, 0,9 pour 100; en courant, 20 pour 100.

On obtient donc, dans cette électrolyse, un seul dérivé de substitution, le monochlorobenzène, et une petite quantité d'un produit d'addition : l'α-hexachlorure de benzène.

Le rendement matière et le rendement du courant sont faibles; cela doit être attribué à l'action du chlore sur l'alcool méthylique, qui fournit du formol, du CO^2 et du CO, dont la présence dans les gaz dégagés a été constatée pendant toute la durée des essais.

L'emploi d'un diaphragme élève néanmoins ces deux rendements d'une façon notable, le rendement en produit polychloré restant toujours très faible.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur l'activation dans les gaz rares.* Note [1] de MM. **M. Laporte** et **Ly. Goldstein**, présentée par M. Jean Perrin.

La question de savoir si les atomes de recul sont, au moment de leur formation, tous positivement chargés, ne paraît pas avoir encore été résolue.

Il paraît possible qu'il en soit ainsi; toutefois, lorsque l'on cherche à les capter sur une électrode chargée négativement, plusieurs causes peuvent intervenir pour diminuer le rendement de l'activation de cette électrode; ce rendement étant défini comme le rapport de la quantité de RaA+B+C recueillie sur l'électrode négative à la quantité totale de dépôt actif en équilibre avec la quantité de radon contenu dans le tube à expérience.

Les causes qui peuvent s'opposer à la capture des atomes de RaA chargés positivement par l'électrode négative paraissent assez complexes. On peut distinguer :

1° Des phénomènes de recombinaison de ces atomes avec des charges négatives (ions ou électrons) présentes dans le gaz, charges négatives qui neutralisent les atomes de RaA et les rendent par suite insensibles à l'action du champ.

A ce point de vue, toute augmentation de la densité ionique paraît devoir être une cause défavorable à un bon rendement.

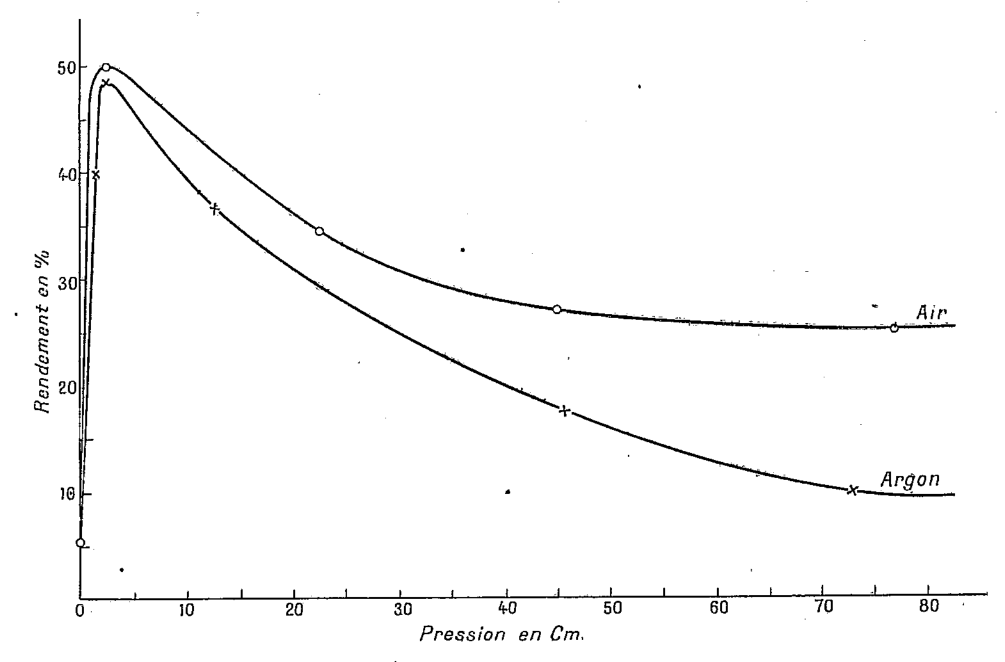
2° Des phénomènes de recombinaison sur les parois du tube (action électrostatique des parois sur les atomes chargés), de telle sorte que les dimensions et les formes géométriques du tube d'expérience sont des facteurs du rendement [2].

(1) Séance du 21 octobre 1929.

(2) L'appareil utilisé pour ces expériences était un tube de verre cylindrique de $36^{mm} \times 85^{mm}$. La cathode, une tige en laiton de dimensions de 4^{mm} diam. $\times 50^{mm}$ était placée dans l'axe du tube tandis que l'anode était formée d'une grille également en laiton, qui couvrait toute la surface latérale du tube.

3° On a remarqué aussi que, si les atomes de Ra A, qui prennent au moment du recul radioactif une grande vitesse, ne sont pas ralentis par le gaz, l'action du champ sur leur trajectoire ne suffit pas à les amener sur l'électrode négative. A ce point de vue, le rendement devrait augmenter en même temps que la pression du gaz. Toutefois, à quantité d'émanation constante, une augmentation de pression augmente la densité ionique (par une meilleure utilisation du parcours des rayons α), ce qui peut favoriser la recombinaison des atomes de Ra A chargés.

Nous avons pensé diminuer les effets de recombinaison et par là améliorer le rendement en opérant dans un gaz rare (l'argon) parfaitement pur.



[En effet, il résulte des expériences de l'un de nous ([1]) et de celles de M. M. da Silva que, dans l'argon parfaitement pur, les électrons restent à l'état libre dans le gaz et sont facilement extraits du gaz par un champ électrique même de faible intensité.]

Pour vérifier cette hypothèse, nous avons étudié le rendement de l'activation dans l'argon et dans l'air pris comme terme de comparaison, sous différentes pressions, pour une même tension entre électrodes (85 volts) et une même quantité d'émanation introduite (3 millicuries).

([1]) M. Laporte et Mario A. da Silva, *Comptes rendus*, 183, 1926, p. 287.

Les courbes ci-contre indiquent les résultats de ces mesures. Nous avons porté en abscisses la pression du gaz en centimètres et en ordonnées le rendement en pour 100.

On voit que, contrairement à ce que nous attendions, la courbe relative à l'argon est tout entière en dessous de celle relative à l'air dans les conditions des expériences, notamment dans les conditions de champs utilisées.

Toutefois, nous avons pu vérifier en traçant la courbe des courants d'ionisation dans l'argon sous une pression de 90^{mm} que déjà pour la tension de 85 volts entre électrodes se produisait un début d'ionisation par choc. Le rendement moindre observé dans l'argon nous a paru par suite pouvoir être attribué à la forte augmentation de la densité ionique. Cette interprétation a reçu une confirmation par le fait remarquable qu'en augmentant le champ, le rendement, qui augmente dans l'air, diminue dans l'argon.

Rendement obtenu dans	l'argon à 25^{mm} de Hg et 85 volts.	48	pour 100
»	l'argon à 25^{mm} de Hg et 150 volts	36	»
»	l'air à 25^{mm} de Hg et 85 volts	50	»
»	l'air à 25^{mm} de Hg et 175 volts.	57	»

Nous nous proposons de reprendre ces expériences sous des champs faibles, inférieurs à ceux pour lesquels débute l'ionisation par choc, afin d'obtenir les valeurs des rendements dans l'air et dans l'argon dans des conditions comparables de densité ionique.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'existence d'un équilibre chimique dans l'autoxydation.* Note (¹) de MM. **A. Gillet** et **D. Guirchfeld**, présentée par M. C. Matignon.

On admet généralement aujourd'hui que l'oxydation directe par l'oxygène de l'air (autoxydation) commence par la réaction

$$A + O^2 = AO^2.$$

Nous avons fait une série d'observations qui ne peuvent être interprétées qu'en affirmant que cette peroxydation primaire est un phénomène réversible : *il existe pour chaque température une pression d'équilibre de l'oxygène, en dessous de laquelle celui-ci ne se fixe pas sur le corps autoxydable*, et au-dessus de laquelle il peut être fixé aussitôt d'une manière continue.

(¹) Séance du 21 octobre 1929.

Le travail au cours duquel furent faites ces observations avait un tout autre but : l'étude des transformations que provoque l'élévation de température dans une dispersion (dissolution) de houille dans une huile anthracénique lourde.

Dans une enceinte à température constante 0g,25 d'une houille (soigneusement échantillonnée) étaient dispersés dans 1g d'une huile anthracénique (débarrassée des portions volatiles avant 350°), puis soumis à un courant d'oxygène.

On mesurait les débits des gaz à l'entrée et à la sortie de l'appareil, et l'on analysait (O^2, CO^2, CO, résidu) ces derniers. Les expériences duraient de 1 à 3 heures entre la première et la dernière mesure. Les températures variaient de 250 à 380°. L'oxygène était pur ou dilué par de l'azote.

Ces mesures ont servi à établir par exemple les résultats suivants :

Expérience n° 18 (gaz à 100 °/₀ O^2; $t = 350°$).

Débit du gaz entrant (cm³) par minute)	6,5	5,3	17	31
O^2 combiné par minute (cm)	2,55	2,6	9,5	14,17
Concentration °/₀ de O^2 dans les gaz sortants	75	75	75	74,5

Expérience n° 17 [gaz à 20,3 °/₀ O^2 (air); $t = 350°$].

Débit gazeux	5,9	6,5	6,9	6,5	18,8
O^2 combiné	0,1	0,02	0,02	0,02	0,13
Concentration de O^2	20	20	20	20	19,7

Expérience n° 20 (gaz à 41 °/₀ O^2; $t = 350°$).

Débit du gaz entrant	6,9	5,5	15,5	17
O^2 combiné par minute	0,11	0,13	0,16	0,29
Concentration de O^2	40	39,5	40	39,5

Expérience n° 19 (gaz à 74 °/₀ O^2); $t = 350°$).

Débit gazeux	6,5	5,9	5,3	17,7
O^2 combiné	0,28	0,28	0,32	0,50
Concentration de O^2	73	73	72	72

On remarque :

1° La constance de la concentration en oxygène des gaz sortants, malgré des débits variant parfois du simple au quintuple : la vitesse de fixation de

l'oxygène apparaît nettement conditionnée par le maintien de cette concentration, de ce potentiel chimique d'oxydation.

2° Le corollaire, paradoxal en apparence, que des gaz contenant 20 et 40 pour 100 d'oxygène peuvent passer durant 3 heures sur un mélange d'huile anthracénique et de houille sans qu'il se manifeste d'oxydation appréciable.

L'huile anthracénique seule, ainsi que du charbon seul, se comportent de même; ce dernier marquant un potentiel d'oxydation inférieur, et plus souvent variable; exemples :

Expérience n° 14 (huile seule. O^2 à 100 %; $t = 350°$).

Débit gazeux	7,4	4,7	17	31
O^2 combiné par minute	1,71	2,24	8,66	10,38
Concentration O^2	82,5	82	81	82,5

Expérience n° 16 (huile seule, O^2 à 60 %; $t = 350°$).

Débit gazeux	6,5	5,3	11,5	17,7
O^2 combiné par minute	0,10	0,14	0,54	0,81
Concentration O^2	58	57,5	57,5	57

Expérience n° 11 (houille seule, O^2 à 100 %; $t = 350°$).

Débit gazeux	5,5	6,5	7,7	7,3
O^2 combiné par minute	4,22	5,18	6,11	5,51
Concentration O^2	27	25	21 (?)	26

Un essai a été fait ensuite sur un corps défini : l'alizarine; le résultat obtenu est analogue aux précédents.

Expérience n° 21 (alizarine, O^2 à 100 %; $t = 350°$).

Débit gazeux	6,5	4,8	7,7	11,5	18,4	7,4
O^2 combiné par minute	2,25	1,42	0,27	2,67	4,6	0,57
Concentration O^2	89	90	89	89	89	87

Expérience n° 22 (alizarine, O^2 à 41 %; $t = 350°$).

Débit gazeux	6,5	6,5	11,5	11,5
O^2 combiné par minute	0,11	0,11	0,37	0,37
Concentration O^2	40,5	40,5	40,5	40,5

Conclusions. — Un certain nombre d'autres résultats sont actuellement à l'étude. Nous croyons pouvoir noter dès à présent que : *a.* le phénomène

que nous observons est à notre avis dû à une réaction du même type que la formation du peroxyde dissociable du rubrène découvert par MM. Moureu et Dufraisse et leurs collaborateurs ; *b*. cette mise en évidence d'un potentiel chimique d'autoxydation suggère une méthode nouvelle pour l'étude et la mesure de l'autoxydabilité et, partant, du pouvoir antioxygène.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'autoxydation de l'hydroquinone.* Note (1) de MM. **René Dubrisay** et **Albert Saint-Maxen**, présentée par M. H. Le Chatelier.

L'autoxydation des solutions aqueuses d'hydroquinone a fait déjà l'objet de diverses recherches de la part des chimistes et des biologistes. Il nous a semblé cependant que divers points restaient à préciser, et nous avons entrepris sur ce sujet un certain nombre de recherches. Nous décrirons aujourd'hui les résultats obtenus dans l'oxydation de l'hydroquinone dans les milieux basiques.

Nous avons utilisé successivement deux procédés expérimentaux différents. Tout d'abord, nous avons employé un appareil imaginé et décrit par A. Job, qui permet d'enfermer dans un récipient étanche des solutions d'hydroquinone en présence d'un excès d'air atmosphérique. Le tout est vivement agité au moyen d'un dispositif mécanique, et, par l'intermédiaire d'une capsule manométrique, on enregistre automatiquement les variations de pression à l'intérieur du récipient.

Ce dispositif convient lorsque la vitesse d'oxydation est notable ; pour les vitesses plus faibles, nous avons simplement agité les solutions en présence d'air et titré volumétriquement à intervalles fixes la quinone formée soit par méthode de Nietzki à l'acide sulfureux, soit par la méthode de Knecht et Hibbert au chlorure de titane. Nous avons d'ailleurs, sur des solutions convenables, vérifié la concordance des divers procédés.

Dans tous les cas, nous opérions avec des liqueurs contenant primitivement par litre 25^g d'hydroquinone : le dissolvant étant soit une solution à titre connu d'hydroxyde alcalin ou alcalino-terreux, soit une solution tampon préparée suivant les formules de Sörensen (mélange de phosphates alcalins, ou borate additionné d'acide chlorhydrique et de carbonate de sodium).

(1) Séance du 21 octobre 1929.

Dans tous les cas, on constate que la fixation d'oxygène est d'abord sensiblement proportionnelle au temps : par la suite, la vitesse d'oxydation diminue et tend à s'annuler, la liqueur finale étant légèrement acide. Il paraît donc naturel de prendre comme mesure de l'activité catalytique des divers milieux la vitesse d'oxydation à l'origine, exprimée en taux d'hydroquinone oxydé par minute. Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

TABLEAU.

	Nature de la solution.	Concentration équivalente (normalité).	pH 18°.	Activité en pour 100 par minute.	Log Activ.	Méthodes.
1.	Tampon aux phosphates......	–	6,47	$4,0.10^{-4}$	$\bar{4}$,6021	Nietzki
2.	id.	–	6,81	$12,6.10^{-4}$	$\bar{3}$,1004	id.
»	id.	–	6,81	$8,0.10^{-4}$	$\bar{4}$,9031	Knecht et Hibbert
3.	id.	–	7,17	$19,6.10^{-4}$	$\bar{3}$,2923	Nietzki
4.	id.	–	7,38	$28,3.10^{-4}$	$\bar{3}$,4518	id.
»	id.	–	7,38	$29,0.10^{-4}$	$\bar{3}$,47	Knecht et Hibbert
5.	Tampon au borate de Na......	–	7,94	0,09	$\bar{2}$,9542	A. Job
»	id.	–	7,94	0,10	$\bar{1}$,00	id.
6.	Tampon aux phosphates......	–	8,04	$0,71.10^{-2}$	$\bar{3}$,8513	Nietzki
7.	Tampon au borate de Na......	–	8,68	0,28	$\bar{1}$,4150	A. Job
8.	id.	–	9,24	1,04	0,0170	id.
»	id.	–	9,24	0,99	$\bar{1}$,9800	Knecht et Hibbert
9.	Tampon au carbonate de Na...	–	10,14	13,15	1,1139	A. Job
10.	id. ...	–	11,36	20,3	1,3075	id.
11.	KOH......................	0,0023	11,59	0,06	$\bar{2}$,7782	id.
12.	KOH......................	0,0045	11,78	0,13	$\bar{1}$,1139	id.
13.	$\frac{Ca(OH)^2}{2}$....................	0,0106	12,20	0,16	$\bar{1}$,2041	id.
14.	KOH......................	0,023	12,59	0,49	$\bar{1}$,6902	id.
15.	KOH......................	0,0115	12,27	0,295	$\bar{1}$,4698	id.
16.	$\frac{Sr(OH)^2}{2}$....................	0,023	12,53	0,58	$\bar{1}$,7634	id.
17.	NaOH......................	0,038	12,81	1,1	0,0414	id.
18.	KOH......................	0,047	12,90	1,31	0,1173	id.
19.	NaOH......................	0,076	13,11	2,3	0,3617	id.
20.	$\frac{Ba(OH)^2}{2}$....................	0,0865	13,10	2,12	0,3263	id.
21.	NaOH......................	0,113	13,28	3,5	0,5441	id.
22.	NaOH......................	0,152	13,41	4,8	0,6812	id.
23.	KOH......................	0,186	13,50	5,13	0,7101	id.
24.	NaOH......................	0,189	13,51	5,3	0,7243	id.

De ces chiffres, on peut tirer les conclusions suivantes :

1° Pour les solutions d'hydroxydes alcalins et alcalino-terreux, l'activité est proportionnelle à la concentration en ions OH. Ce résultat avait été signalé par Clarens dans le cas des solutions sodiques (1); nos expériences montrent que le coefficient de proportionnalité est le même, aux erreurs d'expérience près, pour la potasse, la baryte, la chaux et la strontiane.

2° Dans le cas des solutions tampons, l'activité varie encore dans le même sens que la concentration ionique comme Euler et Brunius (2) l'avaient vu pour des tampons au phosphate de potassium, et V. K. La Mer et C. K. Rideal (3) pour les tampons au borate de sodium, mais le coefficient de proportionnalité n'est pas le même que dans le cas des alcalis et change avec la nature du tampon. C'est ainsi que pour un tampon au phosphate caractérisé par un exposant d'hydrogène $pH = 8,04$, nous avons trouvé une activité de $0,71 \times 10^{-2}$, tandis qu'avec un tampon au borate caractérisé par un exposant $pH = 7,94$, l'activité est de 9×10^{-2}, soit plus de douze fois plus forte.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Stabilité comparée des stéréoisomères éthyléniques et synthèses par l'ultraviolet.* Note (4) de Mme **Ramart-Lucas** et M. **J. Hoch**, présentée par M. G. Urbain.

1. L'étude de certaines propriétés des stéréoisomères éthyléniques, dont la structure avait été déterminée avec assez de précision, avait conduit à admettre les relations suivantes (voir la conférence de M. G. Chavannes *Revue générale des Sciences*, 1924, p. 299 et 333) entre ces propriétés et la confisguration patiale de ces composés :

Les isomères possédant les deux groupements les plus électronégatifs en position *trans* ont la plus faible chaleur de combustion, la plus faible réfraction moléculaire, enfin leur courbe d'absorption dans l'ultraviolet est située plus près du visible que celle des isomères *cis* (5).

---

(1) J. Clarens, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, 35, 1924, p. 1198-1206.

(2) H. Euler et Ed. Brunius, *Zeitschr. f. physik. Ch.*, 139, 1928, p. 615-630.

(3) V. K. La Mer et E. K. Rideal, *Journal of the Amer. Chem. Soc.*, 46, 1924, p. 223.

(4) Séance du 14 octobre 1929.

(5) V. Henri et Erréra, *Comptes rendus*, 181, 1924, p. 548.

Si l'on considère comme l'isomère le plus stable aux basses températures celui dont la transformation en l'autre est endothermique, la mesure des chaleurs de combustion ou, à défaut de celle-ci, l'absorption dans l'ultraviolet, permet de déterminer quel est l'isomère stable. En effet on n'a encore trouvé, croyons-nous, aucune exception à la règle ([1]) suivant laquelle l'isomère ayant la plus faible chaleur de combustion possède une courbe d'absorption située plus près du visible que l'autre isomère. On était donc conduit à admettre que les dérivés *trans* ainsi définis sont les plus stables aux basses températures.

Une étude faite sur les éthers diarylmaléiques et fumariques nous a permis de constater que, dans cette série, les résultats sont différents : d'après la mesure du coefficient d'absorption dans l'ultraviolet, effectuée sur trois couples d'isomères, *les dérivés maléiques ou* CIS *seraient les plus stables aux basses températures*.

Nous donnons ici les courbes d'absorption des éthers diphényl, dimétatolyl et diparatolylmaléiques et fumariques. En abscisses sont portées les longueurs d'onde λ et les fréquences $\nu 10^{-12}$, en ordonnées les logarithmes des coefficients d'absorption (définis par la relation $I = I_0 . 10^{-\varepsilon c d}$).

Les déterminations physiques faites jusqu'ici sur les composés dont la configuration avait été fixée en s'appuyant sur le postulat dit de Van't Hoff ([2]) n'avaient, à notre connaissance, été faites que sur des substances pouvant donner directement une seule chaîne fermée par couple d'isomères. Or, les composés ici étudiés peuvent en donner *directement* deux : les dérivés diarylmaléiques forment des anhydrides et les dérivés diarylfumariques, des acides arylindones carboniques.

En présence de ces résultats, qui ne sont pas en accord avec la règle jusqu'ici admise, on peut se demander si ce ne sont pas les possibilités de réaction intramoléculaires qui influent sur la valeur des constantes considérées plutôt que le caractère plus ou moins négatif des atomes ou des radicaux liés aux atomes de carbone unis par la liaison éthylénique. Dans ces conditions, la mesure des chaleurs de combustion ou celle de l'absorption, si elles suffisent à fixer quel est l'isomère stable, ne peuvent déterminer la configuration spatiale de chacun des isomères.

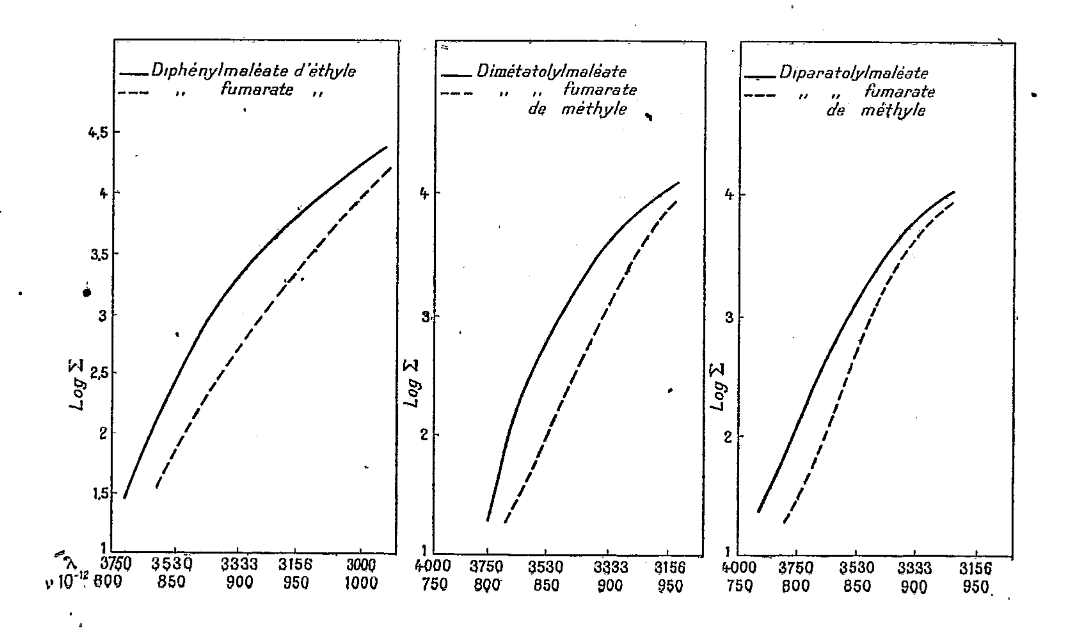
2. Les dérivés diarylmaléiques, ici étudiés, ont été préparés par

---

([1]) Rappelons que l'un de nous a signalé que cette règle semble également valable pour les isomères de position (Mme RAMART, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1301).

([2]) G. CHAVANNE, *loc. cit.*

différentes méthodes, en particulier par l'action de NH^2Na sur les éthers arylacétiques α-bromés. Les dérivés diarylfumariques ont seulement pu être obtenus par action des rayons ultraviolets sur leurs isomères maléiques. Cette stéréomutation, qui s'effectue facilement sous l'influence des rayons, semble devoir écarter pour les éthers maléiques la forme d'un éther dionyl-actonique.



Si l'on fait agir les rayons ultraviolets sur les éthers diarylmaléiques il se forme un mélange composé de l'éther diarylfumarique correspondant et d'une substance résultant de l'élimination d'une molécule d'alcool entre un atome d'H d'un des noyaux benzéniques, et à laquelle nous attribuons la formule d'un éther arylindone carbonique. Les éthers diarylfumariques traités dans les mêmes conditions par les rayons ultraviolets sont transformés en ce même produit. D'autre part, le sel de sodium de l'acide diaryl-maléique (on n'a pu isoler l'acide libre) est transformé (par les rayons) en le sel de sodium de l'acide arylindone carbonique. La transformation par les rayons des éthers diarylmaléiques en éthers diarylfumariques n'est pas réversible.

On peut donc supposer que les rayons transforment d'abord les éthers maléiques en éthers fumariques et que ces derniers sont ensuite transformés, également par les rayons, en éthers arylindones carboniques. Ces diffé-

rentes réactions sont ainsi résumées (en prenant comme exemple le dérivé diphénylé) :

$$\begin{array}{l} C^6H^5-C-COOC^2H^5 \\ \qquad\ \ \| \\ C^6H^5-C-COOC^2H^5 \end{array} \rightarrow \begin{array}{l} C^2H^5OCO-C-C^6H^5 \\ \qquad\qquad\ \ \| \\ HC^6H^4-C-COOC^2H^5 \end{array} \quad \begin{array}{l} C^2H^5OCO-C-C^6H^5 \\ \qquad\qquad\ \ \| \\ HC^6H^4-C-COOC^2H^5 \end{array}$$

$$\rightarrow \begin{array}{l} CO-C-C^6H^5 \\ \ |\qquad \| \\ C^6H^4-C-COOC^2H^5 \end{array}$$

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de quelques bioxydes sur des solutions aqueuses, très diluées, de permanganate.* Note [1] de M. **Gaston Rapin**, présentée par M. Paul Sabatier.

On sait que H^2O^2 et les bioxydes alcalins, agissant sur les solutions de permanganate, décomposent brusquement et totalement celui-ci, aussitôt que la mise en contact a lieu. On a rapproché de cette action celle de quelques bioxydes (MnO^2, par exemple) et les auteurs ont indiqué qu'elle était fort complexe. Des études assez incomplètes ont montré que la décomposition du MnO^4K par ces bioxydes dépendait :

1° De la quantité de bioxyde ajoutée;

2° De l'acidité de la liqueur;

3° De la température.

J'ai été amené à étudier de très près l'action du MnO^2 pulvérisé, sur des solutions aqueuses très diluées de MnO^4K. J'ai démontré que la décomposition n'était pas quelconque, mais se faisait selon des courbes caractérisées par une chute brusque de la concentration en MnO^4K dans les premières unités de temps, puis par une tendance vers une concentration constante, pendant les unités de temps suivantes.

Pour en arriver là, j'ai agité très fortement des solutions aqueuses de MnO^4K (sensiblement au $\frac{1}{1000}$) avec un poids déterminé de MnO^2. Les essais portent sur 1000^{cm^3} de solution.

Des prélèvements effectués au bout d'intervalles de temps déterminés, puis des dosages, m'ont permis d'arriver à des résultats numériques intéressants. Le tableau suivant en est un exemple :

---

(1) Séance du 21 octobre 1929.

1° *Action d'un* MnO^2 *pulvérisé* (bains neutres).

Poids de MnO^2 ajouté.	Concentrations (grammes de MnO^4K par litre), après :							
	Initiale.	5 min.	15 min.	45 min.	2 heures.	4 h. 30 m.	7 heures.	10 heures.
5 g....	0,9925 g	0,843 g	0,834 g	0,827 g	0,817 g	0,806 g	0,800 g	0,800 g
10....	0,9925	0,720	0,710	0,689	0,674	0,652	0,632	0,620
20....	0,9925	0,496	0,461	0,429	0,395	0,357	0,331	0,303
35....	0,9925	0,176	0,103	0,048	traces	traces	f. tr.	f. tr.

Quatre courbes sont obtenues en portant en abscisses les intervalles de temps et en ordonnées les concentrations instantanées en MnO^4K. Ces courbes ont une même allure générale correspondant bien à la description que j'en ai faite.

De la même façon j'ai étudié :

2° L'action d'un MnO^2 pulvérisé différent.

3° L'influence de la température sur la décomposition.

4° L'influence de l'acidité de la liqueur.

5° L'influence de l'alcalinité de la liqueur.

Mes essais ont également porté sur PbO^2 et SnO^2.

La décomposition du MnO^4K (en solutions diluées) par ces deux corps, se fait selon des courbes semblables à celles obtenues avec MnO^2.

Al^2O^3 anhydre ne décompose pas les solutions aqueuses de MnO^4K.

En résumé, mes expériences ont vérifié que :

1° La décomposition du MnO^4K est proportionnelle au poids de bioxyde (MnO^2, PbO^2 ou SnO^2) ajouté.

2° L'élévation de température favorise la décomposition.

3° L'acidité du bain favorise la décomposition.

Elles ont démontré que :

1° La décomposition du MnO^4K par les bioxydes précités se fait d'après une courbe bien déterminée.

2° Les résultats obtenus ne sont valables que si l'on opère sur des solutions diluées de permanganate.

3° Au cours d'une même opération, il y a lieu de considérer deux vitesses de la décomposition : une vitesse V pour les premières unités de temps; une vitesse v pour les unités de temps suivantes ($V > v$) (v est très petite).

4° L'acidité déforme les courbes obtenues en bain neutre.

5° L'alcalinité du bain tend à ralentir la décomposition.

6° La décomposition dépend de la nature physique et de la nature chimique du bioxyde,

7° Les oxydes rigoureusement insolubles (Al^2O^3 calcinée, par exemple) n'ont pas d'action sur le permanganate.

Étant donné que la décomposition du MnO^4K par les bioxydes MnO^2, PbO^2, SnO^2 se fait sans dégagement gazeux et sans libération de potasse, j'ai été conduit à admettre que cette décomposition est due aux oxydes colloïdaux, passant dans la liqueur à la faveur de l'agitation.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés halogénés du cyclohexanediol-*1.4 (*quinite*). Note [1] de MM. **L. Palfray** et **B. Rothstein**, présentée par M. A. Desgrez.

Des dérivés chlorés des cyclohexanediols ont été obtenus antérieurement par Markownikoff, Fortey, Young et Fortey Sabatier et Mailhe. Une lacune commune à ces divers travaux est l'absence presque totale d'indications tant soit peu précises sur la position du chlore dans la molécule.

Cependant, bien longtemps auparavant, Baeyer avait préparé deux dibromocyclohexanes-1.4 isomères, l'un solide (*trans*), l'autre liquide (*cis*). Ces résultats ont été confirmés tout récemment par Zelinsky et Kozeschkow qui, opérant avec beaucoup de soin, ont non seulement retrouvé les deux isomères de Baeyer, mais encore isolé un troisième composé dibromé (F = 48°) qu'ils considèrent comme étant le dibromo-1.3 ou 1.2.

En possession des isomères purs du cyclohexanediol-1.4 (quinite) nous nous sommes proposé de préparer des dérivés définis, tant chlorés que bromés.

Au passage, nous avons contrôlé une fois de plus l'action isomérisante des hydracides déjà signalée ailleurs.

I. *Dérivés chlorés.* — L'expérience nous ayant montré que, dans l'action des hydracides, il y a toujours isomérisation partielle, même en partant de la quinite *trans*, nous avons dès lors utilisé, comme matière première, le produit industriel.

On traite à 100°, un vase clos, 1 molécule de quinite par un excès (3^{mol}) de ClH ($d = 1,19$). Au bout de 6 à 7 heures, la couche huileuse qui s'est séparée n'augmente plus. Après traitement ordinaire, un fractionnement serré permet d'isoler plusieurs portions bien distinctes : *a.* du cyclohexadiène-1.3 produit de déshydratation complète; *b.* du cyclohexène-3-ol produit de déshydratation partielle; *c.* du dichloro-1.4-cyclohexane, qui constitue la portion principale; *d.* du chloro-4-cyclohexanol,

[1] Séance du 7 octobre 1929.

plus ou moins abondant suivant la quantité de ClH mis en œuvre, mais toujours présent.

Le liquide *c* abandonne par refroidissement une partie solide ou *dichloro trans*; le liquide résiduel est l'*isomère cis*, mais retenant en dissolution une certaine quantité de trans, impossible à éliminer.

Dichlorocyclohexane-1.4 *trans* : $E_{13} = 79°-80°$; $F = 102°$: odeur forte assez agréable, saveur amère et brûlante.

Dichlorocyclohexane-1.4 *cis* : $E_{13} = 79°-80°$; d_4^{15} 1,1831; $n_D^{15} = 1,4950$; d'où R_D trouvé 37,75; calculé 37,44; odeur analogue à celle des précédents mais un peu plus âcre. Saveur plus amère et plus brûlante. Incolore.

Le dérivé *monochloré* s'obtient mieux en diminuant la quantité de ClH ($1^{mol},5$ pour 1^{mol} de quinite). Ici encore il doit y avoir deux isomères stéréochimiques. Mais comme le produit est liquide, il est impossible de faire la séparation.

Constantes : $E_{12} = 105°$; $d_4^{17} = 1,1435$; $n_D^{17} = 1,4930$; d'où R_D trouvé 34.22; calculé 34,10.

Phényluréthane du chloro-4-cyclohexanol : $F = 99°$.

II. *Dérivés bromés*. — En remplaçant ClH par BrH on obtient les dérivés bromés correspondants. Avec un excès notable d'acide on évite la formation de dérivé monobromé. Le liquide incolore obtenu abandonne par refroidissement un isomère solide (*trans*) mais il est impossible de débarrasser complètement le liquide résiduel (*isomère cis*) des dernières traces de *trans*.

Dans certains essais on a obtenu en outre un troisième isomère (signalé par Zelinsky et Kozeschkow) fondant à 48°.

Le *dibromo*-1.4-*cyclohexane trans* fond à 112°. Le *dibromo cis* présente les constantes suivantes :

$$E_{15} = 114°-115°, \qquad d_4^{20} = 1,7834. \qquad n_D^{20} = 1,5531.$$

Le *dérivé monobromé* se forme sûrement quand on ne met pas un grand excès de BrH. Mais il est impossible de l'isoler par distillation. Il passe toujours avec le dibromo. La densité du liquide et l'analyse du brome le démontrent nettement. On le prouve d'ailleurs directement en traitant le mélange par le chlorure de benzoyle en présence de pyridine; on obtient en effet ainsi, à côté du dibromo, un dérivé bromo-benzoylé $C^6H^{10}\langle{}^{Br}_{O.COC^6H^5}$ (voir ci-après) qui se sépare nettement par distillation.

III. *Dérivés halogéno-acidylés mixtes* $C^6H^{10}\langle{}^{X}_{O.CO.R}$. — On les obtient

en général en traitant 1^{mol} de quinite par 1^{mol} de chlorure d'acide, en vase clos, à 100°. La réaction est d'ailleurs complexe. On a pu cependant isoler, avec des rendements médiocres :

1° *L'éthanoate de chloro-4-cyclohexyle* $C^6H^{10}\langle{}^{Cl}_{O.CO.CH^3}$. Liquide incolore assez mobile, d'odeur éthérée, de saveur brûlante, amère.

$$E_{18} = 111^\circ\text{-}112^\circ \text{ (corr.)}; \quad d_4^{19,5} = 1,1282; \quad n_D^{19,5} = 1,4659.$$

2° *L'éthanoate de bromo-4-cyclohexyle* $C^6H^{10}\langle{}^{Br}_{O.CO.CH^3}$. Liquide incolore assez mobile, d'odeur éthérée, de saveur très brûlante, désagréable.

$$E_{17} = 124^\circ \text{ (corr.)}; \quad d_4^{21} = 1,3381; \quad n_D^{21} = 1,4873.$$

3° *Le benzoate de bromo-4-cyclohexyle* $C^6H^{10}\langle{}^{Br}_{O.CO.C^6H^5}$. L'ayant obtenu par benzoylation du mélange de mono et dibromo, comme il a été dit ci-dessus, nous n'avons pas jugé utile de le préparer directement.

C'est un liquide assez visqueux, légèrement teinté en jaune, d'odeur faible, de saveur amère peu prononcée.

$$E_{18} = 203^\circ\text{-}204^\circ; \quad d_4^{25} = 1,3456; \quad n_D^{25} = 1,5520.$$

Par action d'un hydracide convenable sur ces composés mixtes halogéno-acidylés on pourrait passer au dihalogéné correspondant $C^6H^{10}\langle{}^{X}_{X}$, impossible à obtenir autrement. Malheureusement ils ne s'obtiennent qu'avec des rendements médiocres.

HYDROLOGIE. — *Spectrochimie des eaux minérales portugaises. L'eau de Cambres.* Note [1] de M. **A. Pereira Forjas**, présentée par M. C. Matignon.

L'eau de *Cambres* (Corredoura, Portugal), très radioactive, oligosaline, a été étudiée par nous, selon une technique récemment indiquée (*Comptes rendus*, 186, 1928). Nous avons caractérisé les éléments suivants :

Sodium : raies 5896,3 et 5890,3 ; 3303,5 ; 3852,9 ; etc.

Potassium : raies 4047,3 ; 4044,3 ; 3217,3.

Lithium : raies 6708,2 ; 6103,8 ; 4602,4 ; 3232,8.

Calcium : raies 4226,9 ; 3968,6 ; 3706,3.

(1) Séance du 21 octobre 1929.

Strontium : raies 4784,4; 4077,9; etc.

Baryum : raies 3892; 4554,2.

Magnésium : raies 3895,8; 3838,4; 3832,5; 3097,1; 3093,1; 3091,2; 2937,0; 2928,9; 2802,8; 2790,8; etc.

Aluminium : raies 3961,7; 3944,0; 3587,0; 3082,3; 3057,3; etc.

Manganèse : raies 4783,6; 3586,7; 3532,1; 3228,2; 2949,3; etc.

Titane : raies 4172,0; 3505,1; 3394,7; 3372,9; 3366,4; 3261,7; 3253,0; 3239,2; 3202,7; 3191,0; 3168,7; etc.

Fer : raies 4325,9; 4308,0; 3737,3; 3227,9; 2947,9; 2767,6; 2755,8.

Ces éléments ont été aussi caractérisés par l'analyse chimique.

Radium : raies 4826,1; 4340,8; 3814,6; 3649,7; 2813,8.

Plomb : raies 5544,8 et 5609,0; 4019,8, 3683,6; 3639,7; 2833,2; etc.

Urane : raies 4472,6; 4269,8; 3932,2; etc.

Vanadium : raies 4408,7; 4109,9; 4003,1; 3750,1; 3530,9; 3238,0; 2976,6; 2972,3; 2968,4; etc.

Zinc : raies 4810,8; 4722,5; 3345,2; 3302,5; 3282,5; 3076,0; etc.

Cuivre : raies 5153,3; 3274,1; 3247,7; 2961,2; etc.

Germanium : raies 4426,8; 3269,7; 3039,2; etc.

Thallium (?) : raies 3775,9; 3519,4; 2768,0. La raie 5350,7 n'a pas été enregistrée.

Nous n'avons pas employé un traitement chimique préalable, pour échelonner les ions (technique suivie par exemple par Bardet) parce que nous pensons que les impuretés des réactifs sont toujours à craindre dans cette méthode (tel est aussi l'avis du professeur H. Kayser, de Bonn).

Donc, outre les ions que l'analyse chimique décèle : Na, K, Si, Ca, Sr, Ba, Mg, Al, Fe. Mn, Si, l'analyse hydrospectrochimique révèle la présence des ions Ra, Pb, U, V, Zn, Cu, Ge, Tl (?), les quatre premiers très spécifiques de cette eau remarquablement *radiosaline*.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Mesures diurnes et nocturnes de la quantité d'ozone contenue dans la haute atmosphère.* Note de MM. **Daniel Chalonge** et **F. W. Paul Götz**, présentée par M. Ch. Fabry.

L'un de nous a décrit un spectrographe (1) qui permet de photographier indifféremment la limite du spectre ultraviolet du Soleil ou de la Lune et

(1) D. Chalonge, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 446.

de déterminer l'épaisseur de la couche d'ozone aussi bien la nuit que le jour. Au cours de l'hiver 1927-1928, une série de mesures nocturnes a pu être faite à Paris pendant les périodes de pleine Lune. Mais ces premiers résultats ont perdu beaucoup de leur intérêt par le fait que les conditions atmosphériques défavorables de la région parisienne n'ont permis d'effectuer aux mêmes époques qu'un nombre beaucoup trop restreint d'évaluations diurnes. La comparaison de déterminations faites en un même lieu pendant des jours et des nuits consécutifs aurait en effet pu permettre de voir si la présence du Soleil s'accompagne de quelque changement dans la teneur en ozone des hautes couches de l'atmosphère. Un essai de comparaison a été fait (1) entre les valeurs obtenues la nuit à Paris et les jours voisins à Arosa (Suisse) : les épaisseurs nocturnes sont apparues comme systématiquement plus fortes, mais il restait à voir si ces écarts n'étaient pas attribuables aux différences entre les méthodes et les dispositifs utilisés dans ces deux stations (2).

Le spectrographe fut donc transporté à Arosa (altitude 1856^{m}) où la pureté du ciel permet de faire des dosages diurnes de l'épaisseur d'ozone pendant toute l'année, au moyen d'un spectrographe de Dobson. Des mesures simultanées effectuées pendant le jour au moyen des deux appareils permirent de constater qu'il existait un écart systématique entre les résultats, la méthode de Dobson donnant des valeurs plus faibles : un choix convenable des constantes (3) intervenant dans le calcul des épaisseurs à partir des clichés permit de rendre comparables les résultats (voir les colonnes 2 et 3 du tableau ci-après). Mais on pouvait conclure de là que les différences qui peuvent exister entre les valeurs de l'épaisseur de la couche d'ozone pendant la nuit et le jour sont certainement beaucoup moins grandes que celles qui séparent les premières déterminations faites à Paris la nuit et à Arosa le jour. Pour résoudre plus complètement cette question, des mesures furent faites à Arosa pendant des jours et des nuits consécutifs : l'examen du tableau, qui renferme les premiers résultats, montre que les

(1) D. Chalonge, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1856.

(2) Des mesures effectuées avec M. Lambert en août 1928, pendant le jour, à l'Observatoire du Jungfraujoch, c'est-à-dire beaucoup plus près d'Arosa, avaient semblé indiquer une telle différence.

(3) Les coefficients d'absorption de l'ozone sont les constantes les plus incertaines : les deux appareils travaillant dans des régions spectrales différentes, on ne pouvait être sûr *a priori* que les valeurs choisies pour les coefficients conduiraient à des résultats cohérents.

épaisseurs diurnes et nocturnes diffèrent peu; les écarts sont de l'ordre de grandeur des erreurs de l'expérience ([1]).

Dates.	Épaisseurs d'ozone ([2]) la nuit.	le jour. Chalonge-Götz.	le jour. Dobson.
21 février 1929		–	314
	295		
22 »		310	307
	295		
23 »		260	287
	305		
24 »		290	294
	–		
25 »		–	326
	345		
19 mars 1929.............		300	302
	–		
20 »		295	298
	295		
21 »		265	278
	–		
26 »		–	294
	265		
27 »		280	282
	–		

On peut donc conclure que, sous nos latitudes, la présence ou l'absence du Soleil ne provoque pas de changement notable dans l'épaisseur de la couche d'ozone.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Des pertes en alcaloïdes au cours de la dessiccation des plantes dans des conditions variées.* Note de M. **A. Guillaume**, présentée par M. Molliard.

Les plantes subissent pendant leur dessiccation des modifications chimiques dues à l'action des ferments. Nous avons voulu nous rendre compte

(1) La précision de ces déterminations est notablement plus faible que celle que donne la méthode de Dobson : cela tient à ce que, ne pouvant pas employer de spectrographe double par suite de la faible brillance de la Lune, nous sommes obligés de travailler dans une région de trop grande longueur d'onde afin d'éviter le voile de diffusion : l'absorption par l'ozone y est relativement faible et une petite erreur de densité photographique se traduit par une variation très notable dans la valeur de l'épaisseur d'ozone.

(2) Évaluées en millièmes de millimètre dans les conditions normales de température et de pression.

des pertes en alcaloïdes qu'éprouvent certaines plantes en les faisant sécher dans des conditions différentes les unes des autres et en titrant aussitôt leur principe actif. Nos expériences ont porté sur le *Lupinus mutabilis*, légumineuse à alcaloïde volatil, la spartéine, cultivé à Fontainebleau en 1928 et récolté en pleine floraison. Le principe qui nous a guidé fut le suivant : 1° séparer sur la plante fraîche, venant d'être déterrée, les différents organes : racines, tiges, feuilles jeunes, fleurs, fruits, et en prélever des lots de 100g; 2° les faire sécher dans les conditions variées ci-après : les uns, stabilisés d'abord par les vapeurs d'alcool (procédé Perrot-Goris), puis séchés à l'étuve à 70°; les autres, séchés directement d'après les deux modalités qui suivent : certains rapidement, à l'étuve, à diverses températures : 35°, 70°, 100°; d'autres, lentement, à l'air libre, soit à l'air sec, soit à l'air humide; 3° pulvériser ensuite finement chacun des lots et titrer les alcaloïdes par la méthode à l'acide silicotungstique de G. Bertrand. Comparer les résultats.

La durée de la stabilisation et la pression à l'autoclave furent différentes suivant la nature des organes ; c'est ainsi que les feuilles, les fleurs et les gousses furent stabilisées à 110° pendant une minute seulement; les tiges le furent à la même température après 3 minutes, les racines nécessitèrent 10 minutes d'exposition à 118° (¹).

Les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous :

Variations de teneur en alcaloïdes (pour 100g d'organes frais) *dans le lupin après dessiccation dans des conditions variées.*

		Plante non stabilisée.				
		Étuve.			Air libre.	
	Plante stabilisée.	à 100°.	à 70°.	à 35°.	sec (²).	humide (³).
	g	g	g	g	g	g
Fleurs.....	0,1483	0,1318	0,1120	0,1026	0,1071	0,0951
Feuilles....	0,532	0,393	0,0500	0,0376	0,327	0,0194
Gousses....	0,1528	0,1607	0,1475	0,1209	0,1398	0,1059
Tiges......	0,0061	0,0051	0,0050	0,0034	0,0049	0,0017
Racines....	0,0041	-	0,0029	0,0010	0,0012	-

(¹) La stabilisation fut reconnue efficace lorsque la recherche des oxydases à l'aide de la teinture récente de résine de Gaïac et de l'eau oxygénée donna un résultat négatif.

(²) La température, pendant la durée de la dessiccation, s'est maintenue entre 15° et 25°.

(³) La température fut comprise entre 13° et 20°.

Nous pouvons les interpréter de la façon suivante :

1° *Comparaison entre les organes stabilisés et ceux qui ne le sont pas.* — Dans tous les lots d'organes stabilisés, la teneur en alcaloïdes reste supérieure, sauf toutefois dans les gousses où la proportion à l'étuve à 100° se trouve plus grande avec un écart de 0g,079 d'alcaloïdes par kilogramme.

2° *Comparaison entre les organes stabilisés et séchés à 70° et les organes non stabilisés :*

a. Séchés à la même température. — Nous trouvons par kilogramme de plante fraîche et pour les cinq organes envisagés les différences suivantes à l'avantage des organes stabilisés : 1° fleurs, 0g,363; 2° feuilles, 0g,032; 3° gousses, 0g,053; 4° tiges, 0g,011; racines, 0g,0012.

b. Séchés à l'air libre et sec. — Ici les différences sont plus grandes; ainsi, pour les fleurs, nous trouvons 0g,412 par kilogramme; pour les feuilles, 0g,205; pour les gousses, 0g,130; pour les tiges 0g,012; pour les racines, 0g,0034.

3° *Comparaison entre les organes non stabilisés et séchés à l'étuve à différentes températures.* — Nous reconnaissons que c'est à l'étuve à 70° que la plupart des organes se sont le mieux comportés; à 100°, si les fleurs et les gousses ont subi de moins grandes pertes, par contre les feuilles ont un écart en moins de 0g,107 d'alcaloïdes par kilogramme; à 35° tous les chiffres sont inférieurs à ceux obtenus à 70°.

4° *Comparaison entre les organes séchés à l'étuve (à différentes températures) et ceux séchés à l'air libre : air sec et air humide.* — Dans ces derniers cas, l'action prolongée de la dessiccation s'est fait largement sentir, surtout à l'air humide, et les pertes atteignent pour l'air sec par rapport à l'étuve à 78° : 0g,412 par kilogramme de fleurs; 0g,205 par kilogramme de feuilles.

En somme donc, il semble résulter de ces expériences que la meilleure méthode de dessiccation pour des plantes à alcaloïdes volatils telles que le lupin, consiste (en dehors de la stabilisation préalable et séchage à 70° que nous classons à part ici, puisqu'elle s'est montrée supérieure) à les soumettre à une température relativement élevée, voisine de 70-80°. Il est probable que, dans ces conditions, les ferments sont promptement atteints et qu'ils ne peuvent agir pendant un temps suffisamment long sur le contenu cellulaire pour détruire les alcaloïdes; d'autre part, ceux-ci doivent être suffisamment fixes dans la plante (sous forme de sels) pour pouvoir subir ces hautes températures sans être volatilisés.

PHYSIOLOGIE. — *Le coefficient hémopnéique et ses applications.* Note de M. **Jules Amar**, présentée par M. d'Arsonval.

A la lumière de nouvelles expériences, nous devons admettre que le *coefficient hémopnéique* est le plus sûr témoin du fonctionnement solidaire et normal des poumons et du cœur, ou, si l'on préfère, de la marche de l'hématose.

Nous avions désigné par ce coefficient K *l'accroissement des échanges gazeux du sang* quand on modifie la ventilation pulmonaire, soit en respirant à une fréquence différente et au repos, soit en effectuant un exercice musculaire. Si les ventilations sont v et V, on a démontré — en théorie et dans les faits — que

$$K = \sqrt[3]{\frac{V}{v}} \quad (^1).$$

Voici, d'abord, une expérience relative à des mouvements de gymnastique suédoise, et en ramenant à la *minute :*

	Ventilation.	Respirations.	CO^2 pour 100.	O^2 pour 100.	v.
Au repos	10^l	22,5	2,70	3,40	$0^l.44$
A l'exercice	$25^l,50$	26	3,90	4,50	$0^l.98$

La valeur de K est donnée par la racine cubique de $\frac{0,98}{0,44}$ qui est 1,30. Et nous remarquons que l'hématose au repos, multipliée par ce coefficient 1,30, exprime l'hématose au travail ;

$$3,40 \text{ d'oxygène} \times 1,30 = 4,43,$$

l'expérience ayant fourni 4,50, aux erreurs de mesure près. Chaque fois que l'action musculaire met en jeu l'*automatisme bulbaire*, l'accroissement de l'hématuse est strictement régi par la ventilation des poumons, par le coefficient hémopnéique.

D'Arsonval avait prouvé de façon décisive que l'inspiration élargie, conséquence de l'exercice, active la circulation du sang aussi bien dans les poumons que dans l'aorte; l'expansion des capillaires au sein des alvéoles favorise les échanges gazeux du sang (²). Le mécanisme régulateur de l'hématose apparaît ainsi en pleine clarté.

(¹) *Comptes rendus*, 168, 1919, p. 828 et 957. — V et v expriment le débit *d'une seule* respiration.

(²) D'Arsonval, *Thèse méd. Paris*, 1877.

Applications. — Ce mécanisme joue-t-il lorsqu'on respire *profondément* et au repos, sans mettre les muscles en mouvement ?

L'expérience précédente, renouvelée en respirant 9 fois par minute et très lentement, au lieu de 22,50 fois, a donné :

Respiration unitaire ou $V = 3^l,083$; $CO^2 = 3.60$ pour 100; $O^2 = 4.90$ pour 100.

Par suite,

$$K = \sqrt[3]{\frac{3,083}{0,44}} = 1.91.$$

Ce coefficient est trop fort, car

$$3,40 \times 1.91 = 6.50 \text{ (et non pas } 4.90\text{)}.$$

En d'autres termes, si la ventilation s'était accrue physiologiquement, par ses rouages névro-musculaires automatiques, l'oxygénation du sang eût été plus élevée, et cet oxygène utilisé. Au contraire, en respirant à une *cadence volontaire*, on fait provision d'une quantité d'oxygène non utilisée, ou sensiblement. Encore faut-il que cette cadence n'augmente pas, chez l'adulte, au delà de 15 par minute.

En effet, ventilations et respirations au repos varient ainsi :

Fréquence......	9	14	23	30	78	96 resp.
Ventilation.....	$27^l,25$	$18^l,6$	$14^l,3$	8^l	10^l	11^l

Quant à l'accélération de la vitesse du sang, elle est médiocre :

Fréquence...............	12	10	8	6	4	3	2
Pouls....................	72	75	75	76	78	78	78

Donc, ni le cœur ni la ventilation ne s'harmonisent entre eux dès que la respiration est à cadence volontaire et au repos; leur harmonie ne résulte que de *l'excitation du bulbe par variations chimiques du sang*.

Veut-on stimuler la nutrition cellulaire? — C'est cette excitation qu'il faut produire en provoquant la contraction des muscles. *L'exercice est le pourvoyeur de l'hématose.*

Veut-on reposer le cœur en suroxygénant le sang? — On pratiquera des respirations lentes et profondes. Elles sont salutaires chez les *cardiopathes*, dont le nombre s'accroît de plus en plus. Et elles sont à recommander en hygiène scolaire après examen des élèves, notamment des adénoïdiens. S'agit-il, enfin, d'une sténose morbide qui diminue la capacité respiratoire des poumons? On y remédiera de plusieurs manières : Faire respirer un *air suroxygéné*, ménager les efforts musculaires, protéger le corps contre le

froid, etc. L'important est que, dans ces circonstances pathologiques, le coefficient K révèle un déficit des oxydations; il guide fidèlement le clinicien et l'hygiéniste, et cela suffit à en faire poursuivre les applications.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Existe-t-il un rapport entre la nature des glucides du* Sterigmatocystis nigra *et celle des sucres qui lui sont fournis?* Note de M. **F. Obaton**, présentée par M. Molliard.

Au cours de travaux antérieurs ([1]) nous avons montré que l'évolution du mannitol et du tréhalose, produits normaux du mycélium du *Sterigmatocystis nigra*, est soumise d'une part, au milieu sur lequel on cultive le champignon et, d'autre part, à l'état physiologique de celui-ci. Nous nous proposons dans cette Note de rechercher avec plus de précision s'il est possible de trouver une relation entre les sucres fournis comme aliments au *Sterigmatocystis* et les glucides élaborés par le mycélium de celui-ci.

Quand on cultive le *Sterigmatocystis* sur un milieu normal au saccharose, dès la germination des spores on trouve dans le liquide un mélange de sucres réducteurs, glucose et lévulose. D'autre part, on sait que si l'on soumet le tréhalose à l'hydrolyse, il se dédouble en deux molécules de glucose. Le mannitol, oxydé, fournit un mélange d'acide mannitolique, de mannose et de lévulose. On peut donc se demander si la formation de mannitol par le mycélium n'est pas influencée par la présence du lévulose dans le liquide, alors que celle du tréhalose le serait par celle du glucose. Nous avons fait, dans le but de vérifier cette hypothèse, des expériences qui ont consisté à cultiver le *Sterigmatocystis* sur glucose pur d'une part, et sur lévulose pur d'autre part, et à doser dans le mycélium, aux différents moments de la végétation, les quantités de mannitol et de tréhalose produites. Les résultats de ces expériences sont résumés dans les tableaux suivants :

([1]) *L'évolution du tréhalose chez le* Sterigmatocystis nigra *Van Tieghem* (*C. R. Soc. Biol.*, **93**, 1925, p. 304); *Origine et évolution du mannitol chez les végétaux* (*Comptes rendus*, **188**, 1929, p. 77); *Évolution du mannitol chez les végétaux* (*Rev. gén. de Bot.*, **41**, 1929, p. 282).

I. — *Cultures de* Sterigmatocystis *sur milieu normal* + 7^g *de glucose.*

	Liquide de culture.		Mycélium.		
Temps de culture.	Sucre restant.	Acide formé en KOH décinormale.	Poids sec d'un mycélium.	Mannitol.	Tréhalose.
h m	g	cm³	g	g	g
32.30	5,100	68	0,960	0,028	0,050
39	3,440	83	1,910	0,097	0,054
48	0,859	69	2,738	0,206	0,081
64.30	0,019	5	2,877	0,186	0,192
80	0	9	2,425	0,088	0,178

II. — *Cultures de* Sterigmatocystis *sur milieu normal* + 7^g *de lévulose.*

	Liquide de culture.		Mycélium.		
Temps de culture.	Sucre restant.	Acide formé en KOH décinormale.	Poids sec d'un mycélium.	Mannitol.	Tréhalose.
h	g	cm³	g	g	g
32	4,569	59	0,734	0,080	0,008
39	3,517	69	1,344	0,093	0,007
48	2,368	52	1,853	0,167	0,011
64.30m	0,161	13	2,478	0,108	0,094
81	0	5	2,647	0,098	0,143

Ces tableaux montrent que le *Sterigmatocystis* contient toujours plus de tréhalose dans le cas du milieu au glucose que dans celui du liquide au lévulose. Il convient cependant d'analyser de plus près ce fait, car on remarque une augmentation brusque de la teneur en tréhalose au moment où il n'y a pour ainsi dire plus de glucose dans le liquide. Ce fait s'explique par nos recherches antérieures. En effet nous avons toujours constaté un semblable accroissement à un moment comparable de la vie du champignon, quel que soit le sucre fourni. Par des expériences nous avons montré qu'il était lié à l'évolution de l'acidité du liquide. Ici encore, le tréhalose devient plus abondant au moment où l'acidité diminue beaucoup. On peut constater ce phénomène aussi bien dans le Tableau I que dans le Tableau II.

C'est donc un fait général, et il convient de ne considérer, pour la question qui nous intéresse, que les premiers temps de la végétation, alors que le mycélium trouve à sa disposition des quantités importantes de sucre, c'est-à-dire la période qui s'étend jusqu'à 48 heures environ. Dans ces limites on constate pour le tréhalose contenu dans le mycélium ayant végété sur glucose des teneurs relatives au poids sec d'un champignon, variant de 5 à

3 pour 100 et dans celui ayant poussé sur lévulose des teneurs de 1 à 0,5 pour 100. Puisqu'il y a constamment environ 5 fois plus de tréhalose dans le premier mycélium que dans le second, on doit bien admettre qu'il y a une relation entre le glucose alimentaire et le tréhalose élaboré.

Pour le mannitol, tout à fait au début de la végétation, les faits sont aussi nets. A 32 heures de culture, on trouve 11 pour 100 de ce produit dans le champignon du tableau n° 2 et 3 pour 100 dans celui du n° 1. Mais ensuite les teneurs deviennent peu différentes, 7 et 9 contre 5 et 7,50 pour 100. Cependant il faut remarquer que la différence est toujours en faveur des cultures faites sur lévulose.

D'après les résultats de ces expériences, il y a une corrélation entre la nature du produit fabriqué par le *Sterigmatocystis* et le sucre fourni comme aliment au mycélium. Cette relation est plus marquée entre glucose et tréhalose, qu'entre lévulose et mannitol.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur le pouvoir mercuro-réducteur de l'urine normale*. Note de MM. **H. Pénau** et **G. Tanret**, présentée par M. A. Desgrez.

I. On sait depuis longtemps que l'urine normale possède un pouvoir réducteur propre, qui a déjà été mesuré par la réduction de MnO^4K en milieu acide (Hélier, Meillère), du bleu de méthylène (Rosin, Le Goff) ou des sels de cuivre dans certaines conditions (Flückiger, Moitessier). Presque toujours ce pouvoir réducteur a été évalué en glucose, évaluation arbitraire et erronée puisqu'à côté de petites quantités de glucose normal l'urine contient des corps réducteurs comme l'acide urique, la créatinine (sans compter d'autres substances inconnues), évaluation commode néanmoins parce qu'elle se rapporte à un terme de comparaison bien connu : on l'a trouvé variant de $0^g,40$ à $4^g,50$ de glucose.

II. On sait aussi qu'une solution d'iodure double de mercure et de potassium n'est pas réduite par l'urine normale, neutre ou acide. Mais l'alcalinise-t-on avec NaOH pure (réactif de Nessler), il y a réduction du composé mercurique et précipitation de mercure métallique. Le poids de mercure déposé mesure le pouvoir réducteur. Le coefficient mercuro-réducteur peut donc s'exprimer par le nombre de grammes de mercure libéré au cours de la réduction du réactif iodo-mercurique lorsqu'on se place dans des conditions précises d'alcalinité et de temps de chauffe.

Ce dosage se fera aisément par la méthode de Rupp, perfectionnée par MM. Baudouin et Lewin (1) : transformation de Hg en HgI^2 par une solution d'iode ajoutée en excès, et titrage de l'excès d'iode par l'hyposulfite de sodium. Nous opérons sur 10^{cm^3} d'urine dédoublée, maintenus 3 minutes à 100° au contact de 10^{cm^3} réactif iodo-mercurique et de 2^{cm^3} soude à 1/3 : V total $= 50^{cm^3}$. On ajoute avant la chauffe, selon l'excellente technique de MM. Fleury et Marque (2), 1^g SO^4Ba précipité pour amener le mercure à l'état de division extrême et favoriser son attaque ultérieure. Les titrages ont lieu avec des solutions normales de I et $S^2O^3Na^2$ $n/20$.

Pour un adulte sain, menant la vie de laboratoire, voici les valeurs du coefficient mercuro-réducteur obtenues au cours de dosages très rapprochés, et dans les conditions ci-dessus définies :

							Moyenne.
Au litre.........	5,10	4,50	4,60	4,55	4,85	5,15	4,80
Par 24 heures....	7,65	10,12	9,43	8,42	8,24	9,53	8,90

III. Le pouvoir mercuro-réducteur total ainsi mesuré n'est évidemment que la somme des pouvoirs réducteurs partiels de toutes les substances réductrices de l'urine, connues ou inconnues. Il est donc intéressant d'établir celui des principaux éléments qu'on peut rencontrer dans l'urine.

Glucose..........	2,48 (B. et L.)	Albumine.............	0,25
Acide urique.....	1,70 (3)	Sels biliaires...........	0,65
Créatinine........	3,20	Bilirubine.............	0,45
Cystine..........	1,75 à 2,70	Pigments urinaires.....	0,40
Allantoïne........	1,18		

Ces chiffres n'ont toute leur valeur que pour un contact de 3 minutes à 100° entre le réactif mercuriel et le corps réagissant, et pour une alcalinité de NaOH $n/4$.

IV. Avec les données précédentes on pourra analyser de plus près, quoique de façon très imparfaite, les groupements de corps qui constituent le pouvoir mercuro-réducteur total.

(1) Baudouin et Lewin, *Bull. Soc. Ch. Biol.*, 9, 1927, p. 280.

(2) Fleury et Marque, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1686.

(3) Coefficient *apparent* : le pouvoir réducteur *réel*, défalcation faite de l'oxydation de l'acide par l'alcali, n'est que de 0,45. Les variations des pouvoirs réducteurs en fonction du temps de chauffe, de l'alcalinité et de la quantité de réactif mercuriel employé seront étudiées dans un autre recueil.

A cet effet on fera trois dosages : 1° sur l'urine elle-même (R total); 2° sur l'urine déféquée au sous-acétate de plomb (R Pb); 3° sur l'urine déféquée au nitrate acide de mercure (R Hg). Le premier donne le pouvoir mercuro-réducteur total, qu'on pourra exprimer en glucose en le divisant par le facteur 1,70. Le « groupement urique » est donné par la différence (R total — R Pb) et sera arbitrairement exprimé en acide urique en le divisant par le facteur 1,70 : l'expérience montre que l'on obtient ainsi des teneurs en acide urique bien plus élevées, deux fois et demie plus environ, que celles déterminées par un dosage direct : c'est dans cette fraction de l'analyse que s'accumulent le plus de substances réductrices inconnues, notion utile pour des recherches ultérieures. Le « groupement créatinique » donné par la différence (R Pb — R Hg) sera exprimé en créatinine en le divisant par le facteur 3,2 : ici encore on obtient des chiffres un peu plus élevés que ne le donnent des dosages directs de créatinine qui ne constitue que les deux tiers environ du groupement ainsi isolé. Les glucides résiduels seront donnés par le nombre R Hg qu'on évaluera en glucose le divisant par le facteur 2,48.

Les chiffres suivants ont été donnés par une moyenne de cinq analyses (urine des 24 heures) :

R total	8,77
R Pb	6,47
R Hg	1,75
Pouvoir réducteur total (en glucose)	3,54
Acide urique et son groupe (acide urique vrai 0g,535)	1,36
Créatinine et son groupe (créatinine vraie 0g,919)	1,48
Sucre résiduel (en glucose)	0,70

V. Le pouvoir mercure-réducteur, mesuré dans des conditions rigoureuses d'expérience, et tout relatif qu'il soit, est donc une donnée qui peut trouver place dans les recherches analytiques. L'examen de ses constituants permet une estimation sommaire des différents groupements de corps réducteurs éliminés par le rein et, en soulignant la part de l'indosé urinaire et sa répartition, est capable d'orienter de nouveaux travaux. Sa connaissance et son dosage, qui peuvent être étendus aux humeurs et aux tissus de l'organisme, apparaissent susceptibles d'applications pour la physiologie et pour la clinique.

CHIMIE ORGANIQUE ET BIOLOGIQUE. — *Sur l'allantoïnase et l'origine de l'acide allantoïque chez les végétaux* (¹). Note (²) de MM. **R. Fosse**, **A. Brunel**, **P. de Græve**, présentée par M. Émile Roux.

1. L'acide allantoïque, longtemps insoupçonné dans les plantes, se forme *in vitro* par action sur l'allantoïne du ferment que nous avons découvert dans les graines de Légumineuses. Cette réaction biochimique, totale en présence de carbonate d'ammonium, conduit à une méthode d'analyse quantitative spécifique de l'allantoïne.

2. La graine est-elle, chez les Légumineuses, le seul organe pourvu d'allantoïnase? On trouve aussi ce ferment : 1° dans les diverses parties de *Phaseolus vulgaris* : radicelle, racine, tige, feuille, fleur totale, légume frais total, gousse et graine séparées; 2° dans la racine, la tige et la feuille de *Soja hispida*, cultivé par nous et récolté sans fleurs en septembre.

Même après dessiccation, ces deux plantes transforment encore énergiquement l'allantoïne en acide allantoïque.

3. L'allantoïnase existe aussi dans de nombreux végétaux, autres que les Légumineuses : Champignons, *Psalliota campestris, Aspergillus niger* (spores et mycélium), *Claviceps purpurea;* Muscinées, *Polytrichum formosum:* dans les graines des plantes suivantes : Ombellifères, *Fœniculum dulce*, *Daucus carotta;* Solanacées, *Nicotiana tabacum;* Composées, *Tanacetum vulgare;* Chénopodiacées, *Beta vulgaris*, *Spinacia oleracea*, *Atriplex hortensis;* Urticacées, *Humulus lupulus*, *Cannabis sativa*, *Urtica dioica;* Malvacées, *Althæa rosea;* Rutacées, *Ruta graveolens;* Rosacées, *Prunus laurocerasus*, *Prunus domestica*, *Persica vulgaris*, *Potentilla recta*, *Fragaria indica*, *Geum sylvaticum;* Cucurbitacées, *Cucumis sativus*, *Cucurbita maxima*.

4. *Recherches sur l'origine de l'acide allantoïque*. — L'acide allantoïque et l'allantoïne se trouvent ensemble dans la même plante *Phaseolus vulgaris*, *Acer pseudoplatanus* (³). L'un des deux uréides se forme-t-il, *in vivo*, aux dépens de l'autre ?

$$\begin{matrix} NH^2.CO.NH - CH - NH \\ \qquad\qquad\quad | \\ \qquad\qquad\quad CO - NH \end{matrix}\!\!\!>CO \quad \underset{OH^2-}{\overset{+H^2O}{\rightleftarrows}} \quad \begin{matrix} NH^2.CO.NH - CH - NH.CO.NH^2 \\ | \\ COOH \end{matrix}$$

(¹) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 106, 486, 1067, 1418, 1632; 189, 1929, p. 213.

(²) Séance du 14 octobre 1929.

(³) R. Fosse, *L'urée*, p. 185, Paris 1928.

Production d'acide allantoïque par fermentation du suc de Phaseolus vulgaris. — Le suc d'expression centrifugé du haricot vert (dit mange-tout), préalablement refroidi et broyé, est placé au bain d'eau à 40°, en présence de chloroforme, avec ou sans carbonate d'ammonium, en même temps que du suc chauffé en vase clos, 30 minutes à 100°, additionné ou non de ce sel. L'acide allantoïque est dosé, par la méthode déjà décrite, avant et après fermentation.

	E_1	T_1	E_2.	T_2.
Suc	50 cm³	»	50 cm³	»
Suc chauffé	»	50	»	50
Sans-carb. d'ammonium	»	»	0,5	0,5
Chloroforme	0,5	0,5	0,5	0,5

Dosages de l'acide allantoïque.

	Durée de la fermentation.	Xanthylurée pour 5cm³ suc.	Acide allantoïque par litre: préformé.	total.	par fermentation.	Allantoïne transf. en ac. all.
E_1	0 heure	0g,00575	0g,240	0g,240	0g	0g
	14 heures	0,00684	-	0,286	0,046	0,041
	24 »	0,007	-	0,293	0,053	0,047
E_2	14 »	0,00948	-	0,397	0,157	0,140
	24 »	0,00971	-	0,407	0,167	0,148
T_1	14 »	0,0058	-	0,243	0,003	0,002
	24 »	0,00583	-	0,243	0,004	0,003
T_2	14 »	0,00589	-	0,247	0,007	0,005
	24 »	0,00578	-	0,242	0,002	0,001

Ainsi le suc de *Phaseolus* produit après 24h, à 40°, des quantités très appréciables d'acide allantoïque : 0g,167 par litre, en présence de carbonate d'ammonium, et seulement 0g,053, en l'absence de ce sel, résultats conformes à ceux déjà obtenus par l'action des graines de Légumineuses sur des solutions titrées d'allantoïne.

5. Ces expériences démontrent que, sans exclure la possibilité d'une transformation diastasique inverse, l'allantoïne doit engendrer l'acide allantoïque dans les plantes, comme le fait déjà prévoir la présence si répandue de l'allantoïnase chez les êtres vivants.

MICROBIOLOGIE. — *Sur la production d'une toxine diphtérique très active.* Note (¹) de M. G. **Ramon**, présentée par M. Roux.

En 1887, Roux et Yersin, faisaient connaître la toxine diphtérique et le moyen de l'obtenir, cette découverte allait conduire à la sérothérapie antitoxique. Par la suite, et en vue précisément de la production du sérum antidiphtérique, on s'efforça de déterminer les meilleures conditions de préparation de la toxine diphtérique. Spronck et d'autres auteurs avaient indiqué (1895) que le glucose que contient la viande entrant dans la confection du bouillon, est responsable de l'acidification qui nuit à l'élaboration de la toxine dans le milieu de culture; aussi, la première préoccupation des expérimentateurs fut-elle de préparer un bouillon exempt de sucre. Divers moyens ont été et sont encore mis en œuvre dans ce but. Ainsi, par exemple, dans le bouillon, dont L. Martin, après une étude approfondie (1898), fixa la technique, et qui est couramment utilisé pour la production de la toxine diphtérique, la macération de viande de veau est soumise à la fermentation (²) durant une vingtaine d'heures à l'étuve à 37°; on ajoute à cette macération une solution de peptone préparée au laboratoire (à l'aide d'estomacs de porcs) et exempte, elle aussi, de glucose. Le milieu obtenu, dans ces conditions, ensemencé avec le bacille diphtérique n° 8 de Parck et Williams (souche entretenue depuis 1897 à l'Institut Pasteur), peut fournir après 10 jours de culture, une toxine active qui est capable de tuer le cobaye à la dose de $\frac{1}{700}$ - $\frac{1}{1000}$ de centimètre cube et dont la valeur antigène intrinsèque, appréciée par la méthode de floculation, atteint le plus souvent 10 unités, parfois 11 et 12.

Au cours d'essais entrepris, il y a plusieurs années déjà, avec A. Berthelot nous avions pu constater que l'addition, au bouillon, d'une minime quantité de tapioca favorise la culture du bacille de Klebs-Löffler (³). Reprenant et poursuivant ces essais, au point de vue spécial de la production de la toxine diphtérique, nous avons ajouté au milieu, préparé suivant la technique rap-

(¹) Séance du 21 octobre 1929.

(²) Cette fermentation est provoquée par de nombreux germes aérobies et anaéorobies indéterminés; dans certains procédés elle est assurée par l'addition de la macération de cultures pures de *B. coli* (Th. Smith), elle peut aller jusqu'à la putréfaction, en été surtout.

(³) A. Berthelot et G. Ramon, *C. R. Soc. Biol.*, 93, 1925, p. 896.

pelée plus haut, de la poudre de tapioca, à raison de 15g par litre de bouillon.

Sans entrer dans le détail de nos expériences, nous indiquerons que sous l'influence de la culture du bacille diphtérique, le tapioca se fluidifie (1), le milieu s'acidifie bientôt; tantôt cette acidité s'accentue, et alors la quantité de toxine produite est minime, parfois nulle; tantôt elle disparaît peu à peu et l'on obtient dans ce cas, après 15 à 20 jours de culture, une toxine dont la valeur antigène peut s'élever à 15, 18 unités. Si, comme nous l'avons fait, on substitue au tapioca de la farine (d'orge ou de blé), les résultats sont analogues, peut-être un peu moins irréguliers cependant, certaines substances des farines pouvant jouer le rôle de tampons.

Au lieu de tapioca et de farine, qui subissent des transformations dont nous ne sommes pas maîtres, ajoutons simplement au bouillon une quantité déterminée de glucose (2). Après nombre d'expériences, nous avons fixé cette quantité à 1g,5 par litre. La culture du bacille américain, obtenue dans ce milieu, et filtrée au 10e jour, donne une toxine qui tue le cobaye de 250g à la dose de $\frac{1}{1000}$ - $\frac{1}{1200}$ de centimètre cube et dont la valeur antigène est comprise entre 12 et 15 unités. Le glucose ajouté en minime proportion au milieu de culture ne nuit donc pas, au contraire, à la préparation d'une bonne toxine. Fort de cette constatation, nous avons pensé qu'il n'était pas nécessaire d'essayer de faire disparaître le glucose, de la viande servant à la confection du milieu de culture. A la macération fermentée et parfois putréfiée à l'étuve, nous avons substitué une macération ayant séjourné, soit quelques heures à la température du laboratoire, soit, ce qui est préférable, une quinzaine d'heures à la chambre froide. En opérant de cette façon, d'abord dans des expériences restreintes, puis dans des essais très larges, effectués avec la collaboration de V. et E. Gidon, des bouillons diphtériques ont pu être préparés dont la toxicité est telle que $\frac{1}{1200}$ et parfois $\frac{1}{2000}$ de centimètre cube tue le cobaye en 4 jours et dont la valeur antigène intrinsèque est régulièrement comprise entre 15 et 20 unités au centimètre cube, certains échantillons ont même atteint le taux de 25 et 30 unités.

Ainsi, avec un milieu de culture, préparé selon une technique dont voici les points principaux : macération de viande de veau, abandonnée 15 à 20 heures à la chambre froide, puis peptonée et additionnée de glucose

(1) Par l'action d'une amylase bacillaire.

(2) Addition qui avait déjà été essayée par de nombreux auteurs (Löffler, L. Martin et L. Momont. Th. Smith, Lübeneau, Rosenau, etc.).

(1g,5 par litre) de pH 8 à pH 8,5 (1), il est possible d'obtenir une toxine diphtérique de grande activité et par là même, une anatoxine de haute valeur antigène intrinsèque capable de provoquer chez l'homme et chez l'animal une immunité antitoxique élevée. Ajoutons que l'emploi de cette anatoxine, issue d'un milieu dont la viande a macéré à froid, permettra sans doute d'éviter, à l'occasion des injections d'anatoxine, certaines réactions dues à des substances toxiques qui trouvaient leur origine dans la fermentation de la viande à l'étuve. Signalons enfin que ce milieu qui fournit une toxine diphtérique si active convient également bien, avec quelques modifications de détail, pour la préparation d'autres toxines, telles que la toxine tétanique, la toxine du streptocoque scarlatineux, etc.; l'utilisation d'un milieu unique simplifiera la productipn de ces toxines.

A 15h35m, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 15h55m.

E. P.

ERRATA.

(Séance du 14 octobre 1929.)

Note de M. *Herbrand*, Sur le problème fondamental des Mathématiques :

Page 555, ligne 23, *au lieu de*

$$f_i(b_{j_1}b_{j_2}\ldots b_{j_{n_i}}) = f_i(c_{j_1}c_{j_2}\ldots c_{j_{n_i}}),$$

lire

$$f_i(b_{j_1}b_{j_2}\ldots b_{j_{n_i}}) = c_m \quad \text{ou} \quad f_i(c_{j_1}c_{j_2}\ldots c_{j_{n_i}}) = b_m.$$

---

(1) Une souche de bacille diphtérique récemment isolée, cultivée pour la première fois dans ce bouillon glucosé, après seulement quatre repiquages sur sérum coagulé, a fourni une toxine tuant le cobaye de 250g à la dose de $\frac{1}{100}$ de centimètre cube en 4 jours; la même souche cultivée en bouillon à base de macération fermentée et non glucosée, a donné une toxine, dont la dose mortelle pour le cobaye est égale à $\frac{1}{50}$ de centicube.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 NOVEMBRE 1929.

PRÉSIDENCE DE M. LOUIS MANGIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADEMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie qu'à l'occasion de la Fête de l'Armistice, la prochaine séance hebdomadaire aura lieu le mardi 12 novembre, au lieu du lundi 11.

M. le **Secrétaire perpétuel** dépose sur le bureau le Tome I des *Œuvres de* G. Humbert, publiées par les soins de *Pierre Humbert* et *Gaston Julia*, avec une Préface de M. Paul Painlevé.

M. **C. Matignon** fait hommage à l'Académie d'une brochure intitulée *Le Charbon, matière première de l'Industrie chimique*.

M. **M. d'Ocagne** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage de M. Lemaire, répétiteur à l'École polytechnique, intitulé : *Hypocycloïdes et Épicycloïdes*, dont il a écrit la *Préface*, et dans lequel les propriétés connues et nombre de propriétés nouvelles de ces courbes sont établies par des moyens purement géométriques.

ÉLECTIONS.

Par la majorité absolue des suffrages, M. **G. Urbain** est élu membre du Conseil d'administration de la *Fondation Edmond de Rothschild* en remplacement de M. *Ch. Moureu* décédé.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Observatoire de Nice (Fondation R. Bichoffsheim). *Étoiles intermédiaires* (Zone — 5° à + 5°). *Catalogue et mouvements propres*, par G. Fayet.

2° *Recherches sur la Théorie des nombres*, par M. Kraitchik. Tome II : *Factorisation*. (Présenté par M. M. d'Ocagne.)

3° L'édition russe du Traité de M. H. Le Chatelier, *La Silice et les Silicates*, par MM. Lazarev et Ponomarev.

4° Carlos Ibáñez de Ibero. *El Túnel intercontinental de Gibraltar.*

M. **Ch. Camichel** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats à la place de membre non résidant vacante par le décès de M. *Ch. Depéret*

M. **Ch. Maurain** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats à la place vacante dans la section d'Astronomie par le décès de M. *H. Andoyer*.

M. **A. Wahl** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats à la place vacante dans la section de Chimie par le décès de M. *Ch. Moureu*.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur l'extension de la théorie de périodogrammes aux suites de quantités dépendantes.* Note [1] de M. **Eugène Slutzky**, présentée par M. Émile Borel.

La théorie de périodogrammes fondée par M. A. Schuster [2] étant basée sur l'admission de l'indépendance de perturbations éventuelles n'est pas

(1) Séance du 28 octobre 1929.

(2) *On the Investigation of Hidden Periodicities* (*Terr. Magn.*, 3, 1898, p. 13).

applicable par cette raison dans la plupart des recherches empiriques. Je me propose ici de généraliser cette théorie en supposant des hypothèses simples qui semblent être suffisantes dans un grand nombre de cas et qui admettent sans doute des extensions diverses.

Envisageons une suite de quantités éventuelles $x_0, x_1, \ldots, x_{n-1}$ et supposons : (I) que $Ex_i = 0$, $Ex_i^2 = \sigma_x^2 = \text{const.}$, et que le coefficient de corrélation entre x_i et $x_{i+t}[r_x(t)]$ ne dépend que de t. Nous supposons encore : (II) que les termes de notre suite séparés par un nombre de termes $> \omega$ sont indépendants; (III) que la somme

$$\sum_{-\omega}^{\omega} r_x(t) \cos \frac{2\pi m t}{n} \neq 0$$

et (IV) que les valeurs possibles de $|x_i|$ ne dépassent pas un nombre constant L.

Soit m un nombre entier, $h = 2\pi m/n$ et $R^2 = +\sqrt{A^2 + B^2}$, où

$$A = \frac{2}{n}\sum_{0}^{n-1} x_k \cos hk \quad \text{et} \quad B = \frac{2}{n}\sum_{0}^{n-1} x_k \sin hk. \tag{1}$$

On trouve alors, ne faisant usage que des conditions (I) et (II),

$$ER^2 = \frac{4\sigma_x^2}{n}\sum_{-\omega}^{\omega} r_x(t)\cos ht - \frac{8\sigma_x^2}{n}\sum_{1}^{\omega} t r_x(t)\cos ht. \tag{2}$$

$$EA^2 (\text{resp. } EB^2) = \frac{1}{2}ER^2 \mp \frac{4\sigma_x^2}{n^2}\cot h \sum_{1}^{\omega} r_x(t)\sin ht. \tag{3}$$

$$EAB = \frac{4\sigma_x^2}{n^2}\sum_{1}^{\omega} r_x(t)\sin ht. \tag{4}$$

d'où il suit que, h étant constant, $EA^2/\frac{1}{2}ER^2$ et $EB^2/\frac{1}{2}ER^2$ tendent vers 1 et le coefficient de corrélation entre A et B (r_{AB}) tend vers zéro quand n augmente indéfiniment. En nous servant ensuite de deux théorèmes très importants de M. S. Bernstein [1] nous prouverons que, sous les hypothèses I-IV, les valeurs éventuelles A et B tendront à satisfaire à la loi limite des probabilités, d'où, en faisant usage de l'équation $\lim r_{AB} = 0$, nous trouverons pour des grandes valeurs de n la probabilité que R dépassera une valeur donnée (R) :

$$F(R) = e^{-\frac{R^2}{ER^2}}, \tag{5}$$

[1] *Sur l'extension du théorème limite, etc.* (*Math. Ann.*, 97, 1926, p. 24, 55).

ainsi que les expressions pour les moments

$$(6)\qquad \mathrm{ER}^s = \begin{cases} 2.4\ldots s\left(\frac{1}{2}\,\mathrm{ER}^2\right)^{\frac{s}{2}} & \text{(pour } s \text{ pair)}, \\ 1.3\ldots s\sqrt{\frac{\pi}{2}}\left(\frac{1}{2}\,\mathrm{ER}^2\right)^{\frac{s}{2}} & \text{(pour } s \text{ impair)}, \end{cases}$$

d'où l'on a, par exemple,

$$\mathrm{ER} = \frac{1}{2}\sqrt{\pi\,\mathrm{ER}^2} \qquad \text{et} \qquad \sigma_{\mathrm{R}^2} = [\mathrm{ER}^4 - (\mathrm{ER}^2)^2]^{\frac{1}{2}} = \mathrm{ER}^2.$$

La valeur ER^2 sert de niveau autour duquel les oscillations de R^2 ont lieu. Il est constant (pour chaque n donné) dans le cas qui a été étudié par M. A. Schuster et il est variable, étant une fonction de la période (n/m), dans le nôtre.

En désignant par $\mathrm{R}_1^2 = \mathrm{A}_1^2 + \mathrm{B}_1^2$ et $\mathrm{R}_2^2 = \mathrm{A}_2^2 + \mathrm{B}_2^2$ deux ordonnées du périodogramme, nous trouverons le coefficient de corrélation

$$(7)\qquad r_{\mathrm{R}_1^2,\mathrm{R}_2^2} = \frac{\mathrm{ER}_1^2\mathrm{R}_2^2 - \mathrm{ER}_1^2\,\mathrm{ER}_2^2}{\sigma_{\mathrm{R}_1^2}\sigma_{\mathrm{R}_2^2}} = \frac{(\mathrm{EA}_1^2\mathrm{A}_2^2 - \mathrm{EA}_1^2\,\mathrm{EA}_2^2) + \ldots + (\mathrm{EB}_1^2\mathrm{B}_2^2 - \mathrm{EB}_1^2\,\mathrm{EB}_2^2)}{\sigma_{\mathrm{R}_1^2}\sigma_{\mathrm{R}_2^2}}.$$

Or toutes les paires qu'on peut former de quantités A_1, A_2, B_1, B_2 obéissant à la loi limite des probabilités, il en résulte les relations limites $\mathrm{EA}_1^2\mathrm{A}_2^2 \sim \sigma_{\mathrm{A}_1}^2\sigma_{\mathrm{A}_2}^2(1 + 2r_{\mathrm{A}_1\mathrm{A}_2}^2)$, etc. où $\sigma_{\mathrm{A}_i}^2 \sim \sigma_{\mathrm{B}_i}^2 \sim \frac{1}{2}\sigma_{\mathrm{R}_i^2} \sim \frac{1}{2}\mathrm{ER}_i^2$, d'où il suit que

$$(8)\qquad r_{\mathrm{R}_1^2\mathrm{R}_2^2} \sim \frac{1}{2}(r_{\mathrm{A}_1\mathrm{A}_2}^2 + r_{\mathrm{A}_1\mathrm{B}_2}^2 + r_{\mathrm{B}_1\mathrm{A}_2}^2 + r_{\mathrm{B}_1\mathrm{B}_2}^2)$$

$$\sim \frac{4}{n^2}\left\{\cot^2\left(\frac{h_1+h_2}{2}\right)\left(\sum_1^{\omega} r_x(t)\,\frac{\sin h_1 t + \sin h_2 t}{2}\right)^2 + \cot^2\left(\frac{h_1-h_2}{2}\right)\left(\sum_1^{\omega} r_x(t)\,\frac{\sin h_1 t - \sin h_2 t}{2}\right)^2 + \frac{1}{2}\left[\left(\sum_1^{\omega} r_x(t)\sin h_1 t\right)^2 + \left(\sum_1^{\omega} r_x(t)\sin h_2 t\right)^2\right]\right\}$$

$$: \sum_{-\omega}^{\omega} r_x(t)\cos h_1 t \sum_{-\omega}^{\omega} r_x(t)\cos h_2 t.$$

Pour les ordonnées des périodogrammes construites pour les séries :

$x_0, \ldots, x_{n-1}$ et $x_n, \ldots, x_{2n-1}$ (R'^2 et R''^2) on trouve des résultats tout à fait analogues.

On voit donc que pour n grand les ordonnées d'un périodogramme aussi bien que les ordonnées des périodogrammes de suites partielles contiguës peuvent être traitées comme des quantités éventuelles indépendantes, les coefficients de corrélation respectifs étant de l'ordre $1/n^2$. On voit aisément que ces conclusions sont valides aussi bien pour $\frac{m_1}{n} = \text{const.}$, $\frac{m_2}{n} = \text{const.}$ que pour $\frac{m_1}{n} = \text{const.}$, $m_2 = m_1 + k$, où $k = \text{const.}$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un problème inverse au problème de Dirichlet.* Note de M. **B. Demtchenko**, présentée par M. Hadamard.

Dans une Note récente (¹) M. D. Riabouchinsky a donné une classification générale des problèmes inverses aux problèmes aux limites. Ce genre de problèmes nécessite quelques définitions supplémentaires. Il est évident, par exemple, qu'il faut préciser dans chaque cas ce qu'on doit sous-entendre quand on dit que deux surfaces différentes portent les mêmes données. Nous prendrons ici comme point de départ une définition simple quoique assez particulière, mais qui permet de traiter facilement les problèmes inverses.

Soit Ω un domaine plan (plan Z), simplement connexe, intérieur à la frontière Σ et représentable d'une manière conforme sur un cercle L (plan z). Nous dirons que l'on connaît les valeurs $\varphi = g(M)$ et $\frac{d\varphi}{dn} = h(M)$ sur Σ, si elles sont données le long du cercle L en fonction de l'angle polaire θ. Autrement dit :

Deux suites continues de valeurs sur deux frontières différentes Σ et σ sont identiques si la représentation conforme d'une de ces frontières sur l'autre fait correspondre les éléments portant les mêmes valeurs.

Le problème inverse au problème de Dirichlet consiste dans la détermination de la frontière Σ connaissant $g(M)$ et $h(M)$.

Démontrons l'unicité de la solution du problème inverse. Soient Ω et ω deux solutions distinctes du problème, et $\Phi(X, Y)$ et $\varphi(x, y)$ les deux fonctions harmoniques correspondantes. Soit

$$Z = f(z) \tag{1}$$

l'équation qui donne la représentation conforme du domaine Ω sur ω. Dési-

(¹) *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 629.

gnons par $\overline{\Phi}(x, y)$ le résultat de la transformation (1) effectuée sur $\Phi(X, Y)$. La fonction $\overline{\Phi}(x, y)$ est encore harmonique dans le domaine ω et prend, par définition, sur la frontière σ les mêmes valeurs que la fonction $\varphi(x, y)$, c'est-à-dire est identique à celle-ci, $\varphi \equiv \overline{\Phi}$. Par conséquent

$$(2) \qquad \left(\frac{d\Phi}{dN}\right)_\Sigma = \left(\frac{d\varphi}{dn}\right)_\sigma = \left(\frac{d\overline{\Phi}}{dn}\right)_\sigma = \left(\frac{d\Phi}{dN}\right)_\Sigma \left(\frac{dN}{dn}\right)_\sigma$$

en désignant par N et n les normales aux frontières Σ et σ. D'où l'on déduit

$$(3) \qquad \left(\frac{dN}{dn}\right)_\sigma = |f'(z)|_\sigma = 1.$$

La fonction $\log f'(z) = P + iQ$ étant régulière, la condition (3) où $P_\sigma = 0$ entraîne l'identité $P \equiv 0$. D'où l'on a

$$(4) \qquad f(z) = ze^{ik} + C \qquad (C, k = \text{const.}),$$

c'est-à-dire que le domaine Ω se déduit du domaine ω par une simple rotation et une translation. L'unicité est donc démontrée.

Examinons maintenant les conditions d'existence de la solution du problème inverse. Soit $r = 1$ l'équation du cercle L. Nous pouvons facilement calculer la fonction $U(x, y)$ harmonique à l'intérieur du cercle et se réduisant sur la frontière à $g(\theta)$. Soient (1) la transformation cherchée donnant la représentation conforme du domaine Ω (plan $Z = Re^{i\Phi}$) sur le cercle L (plan $z = re^{i\theta}$) et $\varphi(X, Y)$ la fonction harmonique qui prend sur la frontière Σ les valeurs $g(\theta)$ et dont la dérivée normale se réduit à $h(\theta)$. Soit $\overline{\varphi}(x, y)$ la fonction qu'on obtient en effectuant sur $\varphi(X, Y)$ la transformation (1). Les fonctions harmoniques $\overline{\varphi}(x, y)$ et $U(x, y)$ qui prennent sur L les mêmes valeurs $g(\theta)$ sont identiques. On a

$$\left(\frac{d\varphi}{dN}\right)_\Sigma = \left(\frac{d\overline{\varphi}}{dr}\right)_L \left(\frac{dr}{dN}\right)_L = -\frac{1}{|f'(z)|_L}\frac{dU}{dr} = h(\theta).$$

D'où l'on déduit l'équation

$$(5) \qquad |f'(z)|_{z=e^{i\theta}} = -\frac{dU}{dr}\frac{1}{h(\theta)}$$

qui permet de déterminer $f(z)$. $|f'(z)|$ étant positif, le problème admet une solution seulement si l'inégalité $\frac{dU}{dr}\frac{1}{h(\theta)} < 0$ est vérifiée. Cette solution vérifie la condition $\int_\Sigma \frac{d\varphi}{dN}\,d\Sigma = 0$ comme il est facile de le voir.

Il est facile de généraliser les raisonnements précédents dans le cas où le domaine Ω est extérieur ou multiconnexe.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur les zéros des combinaisons linéaires de p fonctions entières données.* Note de M. **Henri Cartan**.

1. Soit un système de p fonctions $g_1(x), g_2(x), \ldots, g_p(x)$, holomorphes pour $|x| < R$. Supposons une fois pour toutes qu'*il n'existe pas de zéro commun à toutes ces fonctions, ni de relation linéaire homogène à coefficients constants entre ces fonctions.* Soit $U(x)$ la plus grande des quantités $\log|g_j(x)|$ $(j = 1, 2, \ldots, p)$; posons

$$T(r) = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} U(re^{i\theta})\, d\theta - U(0).$$

Si $p = 2$, $T(r)$ n'est autre que $T\left(r; \frac{g_1}{g_2}\right)$, à une constante additive près ([1]). Si p est quelconque, on a, g_h et g_k désignant deux quelconques des g_j,

$$T\left(r; \frac{g_h}{g_k}\right) < T(r) + O(1).$$

Considérons maintenant q $(q > p)$ combinaisons linéaires homogènes, *distinctes p à p*, des fonctions g_j; soient $F_1, F_2, \ldots, F_q$. Posons

$$\overline{N}(r, F_i) = \sum_\mu \log \frac{r}{|x_\mu|},$$

la somme étant étendue aux zéros x_μ de $F_i(x)$, chacun étant compté autant de fois qu'il y a d'unités dans son ordre de multiplicité si ce dernier est inférieur à $p-1$, $p-1$ fois dans le cas contraire.

On a l'inégalité importante

$$(1) \qquad (q-p)\,T(r) < \sum_{i=1}^{q} \overline{N}(r, F_i) + S(r),$$

où $S(r)$ jouit des propriétés énoncées par M. R. Nevanlinna dans le cas $p = 2$. Pour $p = 2$, en effet, on retrouve l'inégalité qui a permis à M. Nevanlinna de compléter de façon si remarquable le théorème de Picard-Borel ([2]). Pour p quelconque, l'inégalité (1) répond à une question récem-

---

([1]) Voir à ce sujet une de mes Notes précédentes (*Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1374).

([2]) Voir, par exemple, R. Nevanlinna, *Zur Theorie der meromorphen Funktionen* (*Acta mathematica*, 46, 1925, p. 1-99).

ment posée par M. Valiron [1]; elle complète les résultats de M. Montel sur les combinaisons exceptionnelles de p fonctions entières données.

2. Supposons les g_j entières, et considérons q combinaisons F_i, distinctes p à p; si les zéros de chaque F_i ont respectivement leurs ordres de multiplicité supérieurs à m_i, on a, d'après (1),

$$\sum_1^q \frac{1}{m_i} \geqq \frac{q-p}{p-1}. \tag{2}$$

En particulier, *la puissance $p^{ième}$ d'une fonction entière qui a des zéros ne peut être égale à la somme de moins de $p+1$ fonctions entières sans zéros.* D'ailleurs, $(1+e^x)^p$ est égale à la somme de $p+1$ fonctions entières sans zéros.

3. Les g_j étant entières, appelons *défaut* de la combinaison F_i la quantité

$$\delta(F_i) = \varliminf_{r \to \infty} \left[1 - \frac{\overline{N}(r, F_i)}{T(r)}\right] \quad [2].$$

THÉORÈME. — *On peut choisir un nombre fini ou une infinité dénombrable de combinaisons F_i, distinctes p à p, de façon que :*

1° *La série $\Sigma\,\delta(F_i)$ soit convergente et de somme $S \leqq p$;*

2° *Pour toute combinaison F, qui n'est pas une combinaison de moins de p fonctions F_i, le défaut $\delta(F)$ soit nul.*

La valeur de S peut dépendre de la manière dont on choisit les F_i, ainsi que le montre un exemple simple.

4. *Application aux algébroïdes méromorphes.* — Une algébroïde est définie par

$$\psi(u) \equiv A_\nu u^\nu + A_{\nu-1} u^{\nu-1} + \ldots + A_0 = 0,$$

les A_j étant holomorphes en x. Supposons qu'il n'existe aucune relation linéaire homogène à coefficients constants entre les A_j, et, en particulier, qu'aucune A_j ne soit identiquement nulle. Dans ces conditions, $a_1, a_2, \ldots, a_q$ désignant q nombres complexes distincts, on a, en vertu de (1),

$$(q-\nu-1)\,T(r) < \sum_{i=1}^q \overline{N}[r, \psi(a_i)] + S(r). \tag{4}$$

---

[1] *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 623-625, dernière phrase de la Note.

[2] Dans certains cas, on exclut, comme d'habitude, des intervalles exceptionnels pour r.

Cette inégalité précise celle de M. Valiron (¹). Dans le calcul de $\overline{N}[r, \psi(a_i)]$, chaque zéro de $\psi(a_i)$ n'est jamais compté plus de ν fois.

5. *Application aux questions d'unicité.* — Soient f_1 et f_2 deux fonctions entières sans zéros ($f_1 \not\equiv f_2$, $f_1 f_2 \not\equiv 1$). On sait que l'ensemble des zéros de $f_1 - 1$ ne peut coïncider avec l'ensemble des zéros de $f_2 - 1$. Voici un résultat beaucoup plus précis, obtenu grâce à (1). Posons

$$N(r) = \sum_i \overset{+}{\log} \frac{r}{|\alpha_i|}, \qquad N_1(r) = \sum_j \overset{+}{\log} \frac{r}{|\beta_j|}, \qquad N_2(r) = \sum_k \overset{+}{\log} \frac{r}{|\gamma_k|},$$

α_i désignant les zéros communs à $f_1 - 1$ et $f_2 - 1$, β_j les zéros de $f_1 - 1$ qui n'annulent pas $f_2 - 1$, γ_k les zéros de $f_2 - 1$ qui n'annulent par $f_1 - 1$; chaque zéro n'est compté qu'une fois dans les sommes précédentes. On a [2]

$$\overline{\lim_{(r \to \infty)}} \frac{N(r)}{N_1(r) + N_2(r)} \leq 1;$$

d'ailleurs, pour $f_1 \equiv e^x$, $f_2 \equiv e^{2x}$, la limite est atteinte.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur les fonctions algébroïdes méromorphes.* Note de M. **Georges Valiron**, présentée par M. Émile Borel.

1. Comme dans ma Note précédente [3], $u(z)$ désigne l'algébroïde définie par

$$\psi(u) \equiv A_\nu u^\nu + A_{\nu-1} u^{\nu-1} + \ldots + A_0 = 0,$$

$T(r) \equiv T[r, u(z)]$ est sa fonction caractéristique, $A(z)$ le plus grand des $|A_j(z)|$ et

$$\mu(A) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \log A(re^{i\varphi})\, d\varphi.$$

La méthode de M. Montel [4] montre de suite que $\mu(A)$ est sous-harmonique en r, donc convexe et croissante en $\log r$. On peut aussi introduire au lieu de $\mu(A)$ la fonction

$$(1) \qquad \frac{1}{2\pi p} \int_0^{2\pi} \log \left[\sum_0^\nu |A_q(re^{i\varphi})|^p \right] d\varphi \qquad (p > 0,$$

(¹) Note déjà citée; j'appelle $T(r)$ ce que M. Valiron appelle $\nu T(r)$.

(²) On exclut éventuellement certains intervalles exceptionnels pour r.

(³) *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 623-625.

(⁴) *Journal de Math.*, 9ᵉ série, 7, 1928, p. 29-60.

dont la différence avec $\mu(A)$ est bornée et qui tend uniformément vers $\mu(A)$ lorsque p croît indéfiniment. (1) est croissante et convexe d'après les résultats de M. Montel ([1]) donc aussi $\mu(A)$. De même les fonctions introduites autrefois par Rémoundos ou moi-même dans la théorie des fonctions algébroïdes ([2]) sont croissantes et convexes.

En ce qui concerne $T(r)$, on pourrait utiliser le fait que la somme des logarithmes des $|u_q(z)|$ qui s'y introduit est encore sous-harmonique tant que les $u_q(z)$ sont finis (on le voit autour des points de ramification au moyen de la formule fondamentale de M. Montel) puis procéder comme M. Montel au n° 14 de son Mémoire cité. Mais les propriétés de croissance et convexité de $T(r)$ résultent plus simplement de la formule (2) ci-dessous.

2. Tous les résultats de M. Shimizu ([3]) s'étendent aux algébroïdes méromorphes puisque la théorie de M. R. Nevanlinna s'y applique ([4]). La relation entre $T(r)$ et la valeur moyenne appelée par cet auteur $A_1(r)$ s'obtient aisément par la méthode de M. Henri Cartan. En prenant l'intégrale double de $\log|\psi(u)|$ sur les circonférences $|u| = A$ et $|z| = r$, on obtient

$$(2)\qquad \nu T\left(r, \frac{u(z)}{A}\right) = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} N[r, \psi(Ae^{i\varphi})]\, d\varphi + \sum_1^{\nu} \overset{+}{\log}\left|\frac{u_j(0)}{A}\right|$$

où la fonction N est relative aux zéros de la fonction entière en z, $\psi(Ae^{i\varphi})$. Pour $A = 1$ on déduit de (2) la valeur exacte de la dérivée de $T(r)$. Par intégration convenable,

$$(3)\qquad \left|\nu T(r) - \frac{1}{\pi}\int\int N[r, \psi(a)]\, d\omega\right| < K,$$

l'intégrale étant prise sur la sphère de Riemann. En prenant N sous sa forme intégrale et en intervertissant l'ordre des intégrations, on obtient la généralisation de la formule de M. Shimizu.

3. Les formules (2) et (3) doivent être rapprochées de mon théorème

---

([1]) Ce fait a été établi autrement par M. Shimizu (*Phys. math. soc. of Japan*, 3e série, 2, 1929, p. 28-35).

([2]) Voir *Bull. Soc. math.*, 42, 1914, p. 251.

([3]) *Japanese Jour. of math.*, 6, 1929, p. 119-171.

([4]) J'ai reconnu que les résultats de ma Note précitée sont valables pour toutes les algébroïdes. M. Henri Cartan, qui a obtenu des propositions encore plus précises, a aussi trouvé d'une façon indépendante les théorèmes de ce paragraphe relatif à $T(r)$ [voir le n° 6 de sa dernière Note (*Comptes rendus*, 189, 1929, p. 625-627)].

d'après lequel le rapport

$$(4) \qquad \frac{N[r, \psi(a)]}{\nu T(r)}$$

tend vers un lorsque r croît indéfiniment (*en restant extérieur à certains intervalles dans le cas de l'ordre infini*) pourvu que a soit extérieur à un ensemble de mesure linéaire nulle. Ce théorème résulte en effet de ce que, pour une valeur r acceptable, les points où (4) diffère de un de plus de ε peuvent être enfermés dans des cercles dont la somme des rayons est moindre que η, ε et η tendant vers zéro avec $1 : r$. Eu égard à l'inégalité (valable pour tous les a et pour $r > 1$)

$$(5) \qquad N[r, \psi(a)] - N[1, \psi(a)] < \nu T(r) + K',$$

il s'ensuit que *le rapport de* $T(r)$ *à la valeur moyenne de* $N[r, \psi(a)]$ *sur une courbe rectifiable donnée ou dans un domaine quarrable donné tend vers un lorsque r croît indéfiniment dans les conditions indiquées*, proposition qui peut être précisée dans le sens indiqué par M. Nevanlinna.

Inversement, en introduisant aussi $N(r, \psi) - N(1, \psi)$ dans (2) ou (3) et en tenant compte de (5) dont le premier nombre est continu en a, on montre que, *pour* $2k > 1$, *et pour chaque a dont la représentation sphérique est extérieure à un ensemble exceptionnel* E, *on a, pour* $r > r(a)$,

$$N[r, \varphi(a)] > \nu T(r) - T(r)^k.$$

L'ensemble E est de mesure superficielle nulle, sa section par une circonférence quelconque est de mesure linéaire nulle. Ce résultat obtenu très simplement, moins serré que celui relatif à (4) donné ci-dessus, en ce qui concerne l'ensemble exceptionnel, présente cette circonstance nouvelle et suggestive *d'être valable sans restrictions relatives aux r, même pour l'ordre infini.*

4. En partant de ce genre de propositions, on constate aisément qu'en posant

$$f(z) = A_0 + A_1 u + A_2 v + \ldots + A_\nu x,$$

les fonctions A étant toujours données et les quantités u, v, $\ldots$, x arbitraires, le rapport de $N(r, f)$ à la fonction $\mu(A)$ définie plus haut tend aussi en général (c'est-à-dire lorsque les u, v, $\ldots$, x sont pris successivement au hasard) vers un lorsque r croît indéfiniment; c'est donc bien $\mu(A)$ qui caractérise $f(z)$ au point de vue de la distribution des zéros.

DYNAMIQUE ANALYTIQUE. — *Sur les mouvements presque périodiques.* Note de M. A. Markoff jun., présentée par M. Hadamard.

Le but de cette Note est de simplifier un théorème de M. Franklin sur les mouvements presque périodiques ([1]).

Soit

$$\frac{dx_i}{dt} = X_i(x_1, \ldots, x_n) \qquad (i = 1, \ldots, n) \tag{1}$$

un système d'équations différentielles, où les X_i sont des fonctions réelles uniformes de $x_1, \ldots, x_n$, satisfaisant à des conditions de Lipschitz dans un domaine ouvert D de l'espace R_n des variables $x_1, \ldots, x_n$.

Chaque solution de (1) sera appelée un *mouvement*. Un mouvement $x(t)$ ([2]) défini pour $-\infty < t < \infty$ sera dit *stable* s'il existe un ensemble borné et fermé, contenu dans D et contenant l'ensemble des valeurs de la fonction $x(t)$. Nous parlerons ici des mouvements *récurrents* et des mouvements *presque périodiques*. Les premiers sont définis par M. Birkhoff ([3]). Quant aux seconds, ce sont les mouvements pour lesquels tous les $x_i(t)$ sont des fonctions presque périodiques ([4]).

Une notion nouvelle a été introduite par M. Franklin dans la Note citée. La définition correspondante peut s'exprimer de la façon suivante :

Un mouvement $x(t)$ jouit de la *propriété* S si à chaque $\varepsilon > 0$ on peut associer un $h(\varepsilon) > 0$, tel que

$$\rho\{x(t_1), x(t_2)\} < h(\varepsilon) \tag{2}$$

implique

$$\rho\{x(t_1 + t), x(t_2 + t)\} < \varepsilon \quad ([5]),$$

quels que soient t_1, t_2 et t.

Cette définition est évidemment équivalente à celle de M. Franklin ([4]).

Le théorème en question s'énonce maintenant comme il suit ([1]) :

([1]) *Math. Zeits.*, 30, 1929, p. 325-331, théorème I.

([2]) $x(t)$ est une notation abrégée pour $x_1(t), \ldots, x_n(t)$. Nous regardons $x(t)$ comme une fonction de t dont les valeurs sont des points de R_n.

([3]) *Bull. Soc. math. France*, 40, 1912, p. 305-323.

([4]) *Loc. cit.* ([1]), p. 328.

([5]) $\rho(x, y)$ désigne la distance mutuelle des points x et y.

Théorème (de M. Franklin). — *Pour qu'un mouvement stable soit presque périodique, il faut et il suffit qu'il soit récurrent et qu'il jouisse de la propriété* S.

Nous allons simplifier ce théorème en montrant que la condition de récurrence est ici superflue. Démontrons d'abord le lemme suivant :

Lemme. — *Soit $x(t)$ un mouvement stable. Pour tout $\varepsilon > 0$ il existe un $U(\varepsilon) > 0$ tel qu'on peut associer à chaque t un t' satisfaisant aux conditions*

$$|t'| \leqq U(\varepsilon), \qquad \rho\{x(t), x(t')\} < \varepsilon.$$

Dans le cas contraire, il existe un $\varepsilon > 0$ tel qu'à chaque $u > 0$ on peut associer un nombre bien défini $v(u)$ satisfaisant à la condition

$$(3) \qquad |t'| \leqq u \quad \text{implique} \quad \rho\{x[v(u)], x(t')\} \geqq \varepsilon, \quad \text{quel que soit } t'.$$

Formons la suite infinie : $a_1, a_2, \ldots$, en posant

$$a_1 = 1, \qquad a_{n+1} = v(|a_n|) \qquad (n = 1, 2, \ldots).$$

On voit sans peine que

$$|a_{n+k-1}| \geqq |a_n| \qquad (n = 1, 2, \ldots; k = 1, 2, \ldots).$$

Il s'ensuit, d'après (3), que

$$\rho\{x(a_{n+k}), x(a_n)\} = \rho\{x[v(|a_{n+k-1}|)], x(a_n)\} \geqq \varepsilon \qquad (n = 1, 2, \ldots; k = 1, 2, \ldots),$$

c'est-à-dire que les distances mutuelles des points de l'ensemble

$$\{x(a_1), x(a_2), \ldots\}$$

sont toutes au moins égales à ε. Cet ensemble infini ne peut donc avoir des points d'accumulation. Il en résulte, d'après le théorème de Bolzano-Weierstrass, que l'ensemble des valeurs de la fonction $x(t)$ est non borné, ce qui est en contradiction avec l'hypothèse de la stabilité du mouvement considéré. Notre lemme est donc démontré.

Nous pouvons maintenant démontrer le théorème suivant :

Théorème I. — *Chaque mouvement stable, jouissant de la propriété* S, *est récurrent.*

Soit $x(t)$ un mouvement stable. En partant d'un $\varepsilon > 0$, formons $h(\varepsilon)$ d'après la définition de la propriété S et posons $T(\varepsilon) = 2U[h(\varepsilon)]$, U étant choisi d'après le lemme précédent. Soient t et t_0 des nombres réels arbi-

traires. Il existe (en vertu de la propriété fondamentale de U) un t'' tel que

$$|t''| \leqq U[h(\varepsilon)], \qquad \rho\{x(t-t_0), x(t'')\} < h(\varepsilon).$$

En posant $t' = t_0 + t''$, on en conclut, d'après (2), que

$$(4) \qquad t_0 - \frac{1}{2}T(\varepsilon) \leqq t' \leqq t_0 + \frac{1}{2}T(\varepsilon), \qquad \rho\{x(t), x(t')\} < \varepsilon.$$

Nous avons donc démontré que, pour tout $\varepsilon > 0$, on peut trouver un $T(\varepsilon) > 0$ tel que, t_0 et t étant arbitraires, il existe un nombre t' satisfaisant aux conditions (4). Il s'ensuit, d'après un théorème de M. Birkhoff (¹), que $x(t)$ est un mouvement récurrent. C. Q. F. D.

En combinant ce résultat avec le théorème cité de M. Franklin, on obtient le

Théorème II (théorème de M. Franklin simplifié). — *Pour qu'un mouvement stable soit presque périodique, il faut et il suffit qu'il jouisse de la propriété* S.

HYDRODYNAMIQUE. — *Au sujet des disques tournant dans un fluide.* Note (²) de M. **E.-G. Barrillon**, présentée par M. J.-L. Breton.

L'étude de la résistance éprouvée par un disque circulaire en rotation autour de son axe sous l'effet d'un milieu fluide illimité l'environnant a donné lieu à des recherches théoriques et à des recherches expérimentales.

Des considérations de dimensions conduisent à représenter $y = \mathrm{Log}\,\frac{2C}{\rho a^5 \omega^2}$ en fonction de $x = \mathrm{Log}\,\frac{\omega a^2}{\nu}$ (c couple, ρ masse spécifique, a rayon du disque, ν coefficient de viscosité).

Les études théoriques fournissent trois formules représentées dans ce système de coordonnées par trois droites que nous appellerons droite de Kirchhoff, première et seconde droites de Karman. La théorie ne prévoit pas quelle est la portion de chacune de ces droites représentant le phénomène réel pour chaque valeur de x, mais indique seulement que la droite de Kirchhoff correspond aux valeurs très petites de x, et que la seconde droite de Karman correspond aux valeurs très grandes de x.

(¹) *Loc. cit.* (³), p. 312.

(²) Séance du 28 octobre 1929.

Les études expérimentales modernes de Kempf sur l'eau et de Riabouchinski sur l'air et sur l'eau ne sont pas en accord ; le premier trouvant un raccordement progressif entre la première et la deuxième droite de Karman, le second représentant l'ensemble des phénomènes par quatre tronçons de droites, avec une valeur minima de y pour $x = 2,3 \times 10^5$ et un palier horizontal entre $x = 4 \times 10^5$ et $x = 7,3 \times 10^5$.

En opérant sur un disque tournant en ralentissement très progressif dans un gaz, nous avons trouvé que le minimum indiqué par Riabouchinski existe réellement, mais que le palier horizontal n'existe pas. Ces expériences ont été effectuées sur l'air à des pressions variant entre la pression atmosphérique et 40^{mm} de mercure, sur le gaz carbonique, sur le gaz d'éclairage, sur l'hydrogène et sur le chlorure de méthyle, ces derniers gaz à des pressions de 1 et 2 atmosphères.

Nous avons trouvé que le relèvement de y lorsque x décroît au-dessous de $2,3 \times 10^5$, comme si l'on se rapprochait de la droite de Kirchhoff, relèvement trouvé par Kempf avec l'eau, existait réellement.

Les expériences effectuées en ralentissement montrent que si l'on part de l'état turbulent Karman 2, on passe à l'état turbulent Karman 1, sans être obligé de diminuer la vitesse au-dessous du point correspondant à l'intersection des deux droites de Karman.

Les mesures dynamométriques montrent l'existence de deux régimes de part et d'autre de $x = 2,3 \times 10^5$, mais n'indiquent rien sur la nature cinématique des deux régimes. Pour élucider cette question il est nécessaire de rendre visibles les trajectoires par un procédé analogue à celui employé par Reynolds dans le cas des tubes. Afin d'observer le mouvement du liquide au contact même du disque, nous avons opéré de la façon suivante.

Sur un disque de bronze, de petits trous sont percés puis remplis avec des rivets d'acier. Le disque est alors poli dans son ensemble, puis mis en rotation dans l'eau. L'acier en s'oxydant donne lieu à une poussière qui reste adhérente au disque et indique nettement les trajectoires suivies par les particules détachées.

Ces trajectoires ont été trouvées les mêmes, pour un disque tournant autour d'un axe horizontal et pour un disque tournant autour d'un axe vertical.

Pour les très faibles degrés de vitesse (par exemple dans le cas d'un disque de 20^{cm} de rayon faisant un tour en 360 secondes) les traces relevées sur le disque sont des spirales logarithmiques dans lesquelles le rayon vecteur fait avec la tangente un angle de 52°. Ces trajectoires s'étendent sur

toute la surface du disque. Il en est de même tant que $\frac{\omega a^2}{\nu} < 2,3 \times 10^5$. Pour un degré de vitesse supérieur, les trajectoires au contact se composent de deux spirales logarithmiques, l'une au voisinage du centre correspond à un angle de 52°, l'autre au voisinage de la périphérie correspond à un angle de 77°. Il existe une variation rapide entre deux rayons particuliers. Plus le degré de vitesse est élevé, plus ces rayons décroissent, c'est-à-dire que le réseau des spirales à 77° l'emporte de plus en plus sur le réseau des spirales à 52°.

Le rapport du rayon moyen de la zone de séparation au rayon du disque décroît pour toutes les valeurs de x correspondant aux tronçons 2, 3 et 4 de Riabouchinski.

On est donc conduit à conclure :

1° que le régime au-dessous de $x = 2,3 \times 10^5$ et le régime au-dessus de $x = 2,3 \times 10^5$ ne peuvent être représentés par une formule unique;

2° que le passage d'un régime à l'autre est progressif;

3° que la théorie du disque tournant déduite par passage à la limite du cas de la sphère avec mouvement par couches concentriques n'est pas admissible même pour de très faibles degrés de vitesse de rotation.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Sur le calcul des fréquences atomiques dans les solides.* Note [1] de M. **R. de Mallemann**, présentée par M. A. Cotton.

Le calcul des fréquences propres des atomes dans un corps solide ou liquide a été fait par Einstein, Lindemann et Debye. D'après ce dernier, l'ensemble de ces fréquences doit constituer un « spectre acoustique » limité brusquement par une fréquence maximum ν_m, mais il ne paraît pas avoir suffisamment justifié ce point particulier, qui a été critiqué par Jeans. L'idée du spectre acoustique quasi continu est certainement exacte, sauf précisément au voisinage de la limite supérieure, où la méthode analytique de Debye n'est plus valable [2]. Nous nous proposons de montrer que l'exis-

---

(1) Séance du 28 octobre 1929.

(2) L'intégrale de Planck n'est applicable qu'à une double condition : 1° la longueur d'onde doit être petite par rapport aux dimensions (macroscopiques) du corps, mais aussi : 2° elle doit être assez grande par rapport à la *distance des particules* (microscopiques) constituant le milieu. Dans le cas des ondes électromagnétiques la deuxième condition est satisfaite par l'hypothèse de la *continuité* du milieu éthéré, mais il n'en

tence d'une fréquence limite, nettement *isolée*, peut être établie par des considérations tout à fait simples, permettant d'écrire son expression sans aucun calcul.

Le principe est le suivant : *dans un milieu discontinu, siège de vibrations stationnaires autonomes, la demi-longueur d'onde ne peut être inférieure à la plus courte distance d'équilibre des particules constituant le milieu.* Sinon, la propagation même de ces mouvements vibratoires n'aurait plus de sens physique et serait logiquement contradictoire. Soient donc V la vitesse de propagation, a la distance minimum des particules : on doit avoir

$$\nu \leqq \frac{V}{2a}, \qquad \nu_m = \frac{V}{2a}. \tag{1}$$

Dans le cas des ondes élastiques, V est la *vitesse du son*, a la distance des atomes. (Pour ne pas compliquer et permettre des conclusions précises, nous envisagerons seulement les milieux isotropes monoatomiques.) Or, le mode d'arrangement des atomes est actuellement bien connu par les rayons X; a est égal à $\frac{v^{\frac{1}{3}}}{n^{\frac{1}{3}}}$ ou $2^{\frac{1}{6}}$ fois plus grand, suivant qu'il s'agit d'une maille cubique simple ou à faces centrées (v désignant le *volume atomique* et n le nombre d'Avogadro). Connaissant V et a, on peut calculer ν, ou inversement.

Le tableau ci-dessous montre que les valeurs de a ainsi obtenues à partir des valeurs expérimentales de V et de ν (rayons restants) sont voisins des nombres observés; l'accord n'est pas toujours parfait, mais vu la variabilité des paramètres d'un même métal quand les mesures n'ont pas été faites sur le même échantillon, la concordance est certaine. Cette latitude n'existe pas (ou moins) pour les cristaux *nets*, par exemple pour le sel gemme et la sylvine. Quand V n'a pas été mesuré directement, nous essaierons de le calculer à partir de la compressibilité et de la densité. Nous obtenons ainsi :

Sel gemme.........	$\nu_{\text{calc.}} = 5,9.10^{12}$	$\nu_{\text{obs.}} = 5,9.10^{12}$ (Rubens)
Sylvine............	$4,8.10^{12}$	$4,8.10^{12}$

l'accord est ici complet. (Inversement, on obtient exactement les nombres de Bragg, à partir des fréquences de Rubens.)

---

est plus de même dans le cas de la transmission des ondes *élastiques* par les corps matériels. Le « spectre acoustique » envisagé du point de vue moléculaire doit donc se terminer par une raie nettement isolée (mais rendue diffuse par l'agitation thermique), ce qui est conforme à l'expérience, qui n'a jamais montré un spectre *continu*.

I. Dans le tableau suivant nous donnons à la fois les $\nu_{calc.}$ et les $a_{calc.}$, mais il est clair que les deux valeurs ne sont pas indépendantes.

Corps.	$V.10^{-4}$.		$\nu_{calc.}.10^{-12}$.	$\nu_{obs.}.10^{-12}$.	$a_{calc.}.10^{8}$.	$a_{obs.}.10^{8}$.
Al.............	51	(obs.)	8,9	8,3	3,05	2,85 (Hull)
Ag.............	26	»	4,5	4,5	2,88	2,88 (Vegard)
Cu.............	37	»	7,2	6,6	2,80	2,55 (Hull)
Pb.............	12,5	»	1,95	1,9	3,30	?
Hg (liqu.)......	14	(calc.)	2,1	2,2	3,35	?
NaCl...........	32,7	»	5,9	5,9	2,80	2,81 (Bragg)
KCl...........	31	»	4.8	4,8	3,20	3,13 (Bragg)

Quand ν_m n'a pas été observé, on peut comparer les valeurs données par la relation (1) aux nombres déduits de la formule semi-empirique de Lindemann, que l'expérience a montré bonne :

Corps.	$V_{calc.}.10^{-4}$.	$\nu_{calc}.10^{-12}$ (L).	$\nu_{calc.}.10^{-12}$ (1).	$a_{calc.}.10^{8}$ (L).	$a_{calc.}.10^{8}$ (1).	$a_{obs.}.10^{8}$.	a (Bragg).
K....	19	2,25	2,3	4.13	4.22	4,50	4,15
Na...	25,5	3,75	3,2	3,20	3,40	3,72	3,55
Rb...	12,8	1,42	1,45	4,42	4,59	-	4.50
Cs...	9.3	0,95	0,95	4,90	4,90	-	4.75

II. La formule de Lindemann repose sur l'hypothèse qu'à la température de fusion, l'amplitude des vibrations serait égale à la distance moyenne des atomes. Il est maintenant possible de préciser et de juger cette hypothèse.

En effet, la comparaison avec la relation (1) donne le rapport $\frac{r}{a}$ de l'amplitude des vibrations atomiques à leur distance d'équilibre. On trouve ainsi que l'hypothèse de Lindemann est inexacte : le rapport $\frac{r}{a}$ est beaucoup plus petit que l'unité, mais, résultat intéressant, ce rapport est à peu près le même pour des groupes de corps : 0,06 pour les métaux durs, Al, Ag, Au, Pt, Cu, Fe, Ni, Co; 0,08 pour les métaux alcalins; 0,04 pour Hg liquide, etc. Enfin, ce qui est plus remarquable, le rapport $\frac{r}{a}$ est sensiblement égal au produit du coefficient de dilatation (moyen) α, par la température absolue de fusion T_f, fait qui nous paraît avoir un sens théorique dont l'exposé sortirait du cadre de cette Note.

Nous obtenons finalement les deux expressions à peu près équivalentes

$$\nu = k.10^{7}\frac{V}{\rho^{\frac{1}{3}}} \qquad (k = 3{,}77 \text{ cube à faces centrées}; \; k = 4{,}22 \text{ cube simple}),$$

$$\nu = k'.10^{11}\frac{1}{\rho^{\frac{1}{3}}\alpha}\sqrt{\frac{1}{MT_f}} \qquad (k' = 1{,}88 \text{ cube à faces centrées}; \; k' = 2{,}10 \text{ cube simple}).$$

ÉLECTRICITÉ. — *Charges électriques développées dans certains diélectriques amorphes sous l'action de la pression.* Note [1] de MM. **Albert Turpain** et **Michel Durepaire**, présentée par M. G. Ferrié.

Certains isolants, le caoutchouc, l'ébonite, la paraffine donnent naissance à des charges électriques quand on les soumet à une pression mécanique : une différence de potentiel prend naissance entre les deux faces de l'échantillon soumis à la pression et une certaine quantité d'électricité peut être ainsi mise en liberté. Cette observation, fortuitement faite par l'un de nous en remarquant les mouvements de l'aiguille d'un électromètre sensible alors que, chaussé de semelles de crêpe, on fait porter tout le poids du corps sur un seul pied, a été l'objet d'une étude expérimentale de notre part.

Le caoutchouc pur, sous forme de plaques dites feuilles fumées de plantation, ainsi que le caoutchouc dit crêpe, possèdent cette propriété à un degré beaucoup plus élevé que les autres isolants que nous avons étudiés : ébonite, paraffine, verre, papier, etc..

Il est à noter que les charges prennent naissance sur les faces comprimées; elles se développent également mais beaucoup moins intensivement sur les autres faces. On constate d'ailleurs qu'une même face comprimée porte à la fois de l'électricité positive et négative, cette dernière en quantité beaucoup plus importante. Cette particularité s'observe si l'on produit une pression uniforme sur un échantillon au moyen de deux plaques métalliques bien planes, l'une de ces plaques est reliée au sol, l'autre à l'une des paires de quadrants d'un électromètre dont l'autre paire de quadrants est au sol (l'aiguille, chargée à un potentiel positif).

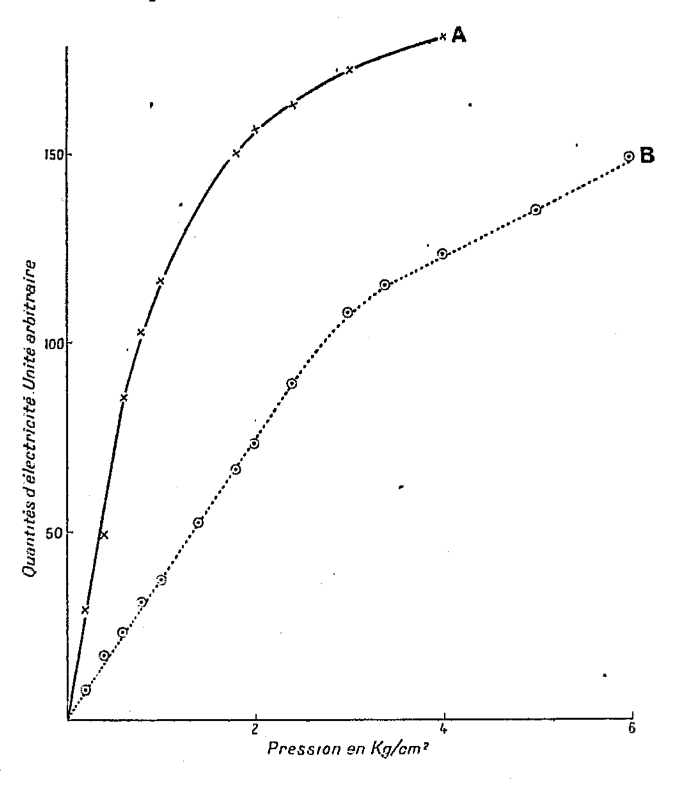
Nous utilisons un électromètre Curie-Debierne; les plans des plaques métalliques sont horizontaux, les pressions produites par des poids. Les échantillons de caoutchouc sont des rectangles mesurant environ 10^{cm} sur 7^{cm}.

Dans ces conditions (pression uniforme sur toute la surface de l'échantillon) on observe en général la production d'une charge négative.

Mais si l'on produit une discontinuité de pression en un point en plaçant, par exemple, l'échantillon sur une plaque reliée à l'électromètre, la pression étant obtenue au moyen d'un petit piston métallique relié à la terre et appuyant sur l'autre face de l'échantillon (diamètre du piston variant de 8^{mm}

(1) Séance du 14 octobre 1929.

à 15^{mm}) on recueille des charges beaucoup plus fortes que dans le cas d'une pression uniforme. On peut déplacer le piston et produire ainsi la pression en tel point de la surface de l'isolant qu'on veut. On constate alors que l'on recueille à l'électromètre des charges tantôt positives, tantôt négatives; mais les régions où la pression donne naissance à de l'électricité négative sont plus nombreuses et plus étendues que les autres. Cette observation est à rapprocher du fait que le caoutchouc étudié s'électrise négativement par frottement avec du drap.



La grandeur des charges est indépendante de l'épaisseur de l'échantillon, tout au moins pour des épaisseurs variant de 1 à 6^{mm}.

Les courbes de la figure représentent la loi suivant laquelle varie le développement des charges avec la pression, pour le crêpe (courbe A), et pour la feuille fumée de plantation (courbe B). Sur le graphique de la figure, les charges indiquées sont rapportées à des unités arbitraires; le tarage de l'électromètre, effectué par la méthode même employée par Curie dans ses études classiques sur la piézo-électricité, indique que l'unité de quantité d'électricité E. S. C. G. S. vaut environ 50 fois notre unité arbitraire.

Un contrôle expérimental certain et répété nous permet de préciser que le fait consigné dans cette Note est bien l'observation du développement de charges électriques et que les déviations de notre électromètre ne sont nullement dues à des forces électromotrices de contact. La grandeur des quantités d'électricité produites est d'ailleurs indépendante de la nature du métal produisant la pression sur l'échantillon d'isolant.

Ce fait a son inverse : si l'on charge électriquement les faces terminales de l'isolant, il se déforme, ainsi que nous l'avons constaté en observant au microscope la tranche de l'une des armatures, alors qu'on les soumet à une différence de potentiel.

Ces observations doivent sans doute être rapprochées du phénomène classique de déformation que l'isolant d'un condensateur présente quand on le charge et du phénomène inverse (Duter, Righi, P. et J. Curie).

Les propriétés électriques des gelées (gélose ou gélatine), signalées par M. Félix Michaud (*Journal de Physique*, 6e série, 5, 1924, p. 66, S), sont très probablement aussi à rapprocher du fait étudié dans cette Note. Ces observations diverses méritent un supplément d'étude; comme l'un de nous le signalait dès 1906, l'existence des décharges résiduelles et la pénétration des charges dans l'isolant ne semblent pas devoir être confondus.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un nouveau mode de réception des ondes ultra-courtes* (10 à 18cm). Note de M. **E. Pierret**, présentée par M. G. Ferrié.

Dans une Note précédente [1], nous avons décrit un oscillateur nouveau permettant d'émettre sur la ligne focale d'un miroir cylindro-parabolique des ondes entretenues, dont la longueur est comprise entre 10 et 18cm. Nous indiquerons maintenant un procédé très sensible permettant de les recevoir.

Une lampe triode (T. M. C. à cornes) identique à la lampe oscillatrice est montée de la même manière que dans l'émetteur. Sa grille est réunie à une petite antenne disposée sur la ligne focale d'un miroir récepteur. Un ventre de courant de l'antenne, à une distance un peu inférieure au quart d'onde de son extrémité, est relié par un fil au pôle positif d'une batterie d'accumulateurs, qui porte la grille à un potentiel (120 à 200 volts) très supérieur à celui du filament; le pôle négatif est réuni au filament.

---

[1] E. Pierret, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1601.

La plaque de la lampe est maintenue, au contraire, à un potentiel voisin de celui du filament; on en règle la grandeur à l'aide d'une résistance potentiométrique intercalée soit entre les pôles de la batterie de chauffage du filament, soit entre les pôles d'une batterie spéciale, si cela est nécessaire.

Entre la grille et la batterie d'accumulateurs qui la charge, on dispose un circuit oscillant à condensateur variable, dont la longueur d'onde propre est comprise entre 20 et 150^{m}. Une bobine, intercalée sur le circuit de plaque, est couplée au circuit oscillant. Les oscillations de ce dernier sont entretenues lorsque le couplage est suffisant.

Le téléphone récepteur est placé soit sur le circuit de grille, soit sur le circuit de plaque.

Lorsqu'en augmentant le couplage entre le circuit oscillant et la bobine de plaque, on provoque l'amorçage des oscillations dans le circuit oscillant, on constate que l'intensité moyenne du courant de plaque varie de plusieurs milliampères et que celle du courant de grille varie en sens inverse de la même quantité.

Pour recevoir les ondes très courtes qui atteignent l'antenne sur la ligne focale du miroir cylindro-parabolique, on commence par régler le couplage de façon à être très peu au-dessous de la limite d'entretien des oscillations dans le circuit oscillant. On constate que l'arrivée d'ondes courtes sur l'antenne, en modifiant le potentiel moyen de la grille, provoque l'amorçage d'oscillations dans le circuit à onde plus longue, ce qui détermine des variations d'intensité du courant moyen dans le téléphone. Si l'amplitude des ondes envoyées par l'émetteur est modulée à fréquence acoustique, le téléphone rend un son.

Par des réglages convenables de l'intensité du courant de chauffage, de la capacité du circuit oscillant, de la tension de plaque et du couplage, on peut faire en sorte que les oscillations du circuit à onde longue ne restent amorcées que pendant la durée d'un signal par ondes courtes. Le téléphone suit très exactement la manipulation, même rapide, des signaux télégraphiques.

Le récepteur, adapté à la réception d'ondes modulées, peut servir en radiotéléphonie.

Dans ce procédé, l'arrivée ou la fin d'un signal par ondes très courtes provoque ou supprime l'entretien des oscillations d'un oscillateur à onde plus longue réglé très près de sa limite d'entretien. Cet oscillateur diffère de ceux que l'on emploie habituellement du fait que c'est la grille de la lampe

qui est portée au potentiel le plus élevé. Avec cet oscillateur, il est possible, en réglant le courant de chauffage, la tension de plaque et le couplage, d'obtenir les conditions nécessaires d'entretien.

Lorsqu'on augmente la tension de grille, il faut augmenter l'intensité du courant de chauffage, diminuer la tension de plaque ainsi que la self et la capacité du circuit oscillant; l'amorçage devient plus brusque, le récepteur est plus sensible mais son réglage est plus délicat.

Le mode de réception que nous venons de décrire est complètement différent des procédés à superréaction, mais a toute la sensibilité de ces derniers sans être plus difficile à régler et sans nécessiter l'emploi d'une seconde lampe.

Nous l'avons appliqué également à la réception d'ondes de 2^m de longueur et nous nous proposons d'étudier les détails de son fonctionnement en l'adaptant à des ondes beaucoup plus longues.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la conductibilité des sels solides aux températures élevées.* Note de M. L. **Jolland**, présentée par M. A. Cotton.

Les recherches effectuées ces dernières années sur les sels solides ont montré que, pour un grand nombre d'entre eux, pris sous forme de cristal unique ou de poudre comprimée, la conductibilité doit être considérée comme unipolaire, au moins jusqu'à une certaine température. Cette conductibilité croît d'ailleurs très rapidement et de façon exponentielle avec la température. Si l'on construit la courbe $\log C$, $\frac{1}{T}$ (conductivité, inverse de la température absolue), cette courbe est très sensiblement rectiligne jusqu'à une certaine température pour laquelle il y a accroissement brusque du coefficient angulaire, celui-ci prenant une valeur sensiblement double de sa valeur primitive. D'après Phipps [1], le changement de direction correspondrait au passage de la conductibilité monoionique à la conductibilité biionique.

J'ai étudié à ce point de vue les chlorures, bromures, iodures, fluorures, carbonates et sulfates alcalins et alcalino-terreux pulvérisés et comprimés fortement sous forme de pastilles [2]. Les résultats les plus nets de ces mesures sont les suivants :

---

[1] *Jour. of the Amer. Chem. Soc.*, 48, 1926, p. 112.

[2] Le dispositif de serrage du sel entre les électrodes utilise l'action de la pesanteur, seule susceptible de donner une pression constante, indépendante de la température.

Tout d'abord, si la loi

$$\log C = A - \frac{B}{T}$$

est vérifiée au-dessous du coude, c'est la loi

$$\log C = a + bT$$

qui est, au-dessus, en meilleur accord avec les valeurs de log C données par l'expérience. Une pastille de Na Cl a donné par exemple :

$\frac{10^5}{T}$.	log C.	$A - \frac{B}{T}$.	$\frac{10^5}{T}$.	log C.	$a + bT$.
174,2.....	$\bar{9}$,635	$\bar{9}$,639	122,0.....	$\bar{6}$,087	$\bar{6}$,122
165,8.....	$\bar{8}$,025	$\bar{8}$,018	117,4.....	$\bar{6}$,415	$\bar{6}$,411
161,3.....	$\bar{8}$,225	$\bar{8}$,223	114,4.....	$\bar{6}$,623	$\bar{6}$,623
154,8.....	$\bar{8}$,516	$\bar{8}$,516	111,3.....	$\bar{6}$,832	$\bar{6}$,844
149,0.....	$\bar{8}$,780	$\bar{8}$,777	108,9.....	$\bar{5}$,040	$\bar{5}$,033
144,5.....	$\bar{8}$,988	$\bar{8}$,980	106,6.....	$\bar{5}$,229	$\bar{5}$,218
139,6.....	$\bar{7}$,199	$\bar{7}$,199	103,9.....	$\bar{5}$,429	$\bar{5}$,434
135,4.....	$\bar{7}$,388	$\bar{7}$,391	101,9.....	$\bar{5}$,610	$\bar{5}$,610
129,5.....	$\bar{7}$,651	$\bar{7}$,656	99,2.....	$\bar{5}$,862	$\bar{5}$,859
126,3.....	$\bar{7}$,810	$\bar{7}$,800	96,2.....	$\bar{4}$,225	$\bar{4}$,145

D'autre part, les températures auxquelles ont été observés les changements de pente des courbes log C, $\frac{1}{T}$ (on a pris la température définie par l'intersection des deux parties rectilignes prolongées) semblent caractériser l'anion :

	°C.		°C.
Na Cl	540	Ba Br^2................	520
K Cl..................	538	Na F..................	640
Ca Cl^2................	533	K F...................	600
Ba Cl^2................	535	Ca F^2................	660
Sr Cl^2................	530	Na^2SO^4	567
Na I..................	407	K^2SO^4...............	543
K I...................	424	Na^2CO^3..............	428
Na Br	522	K^2CO^3...............	426
K Br..................	525	Ba CO^3	416

Enfin, et c'est là le résultat le plus remarquable, alors que la pente supérieure est sensiblement double de la pente inférieure pour les sels étudiés de Na, K, Ca, elle en est au contraire la moitié pour ceux de Ba et Sr, les pentes inférieures restant du même ordre. Ce résultat paraît difficilement explicable dans la théorie de Phipps. Il est d'ailleurs à noter

que d'après Tubandt (1), alors qu'aux basses températures le cation serait seul mobile dans la première catégorie de sels, pour les sels de Ba et Sr le passage du courant se ferait au contraire par l'intermédiaire de l'anion.

POLARIMÉTRIE. — *Sur l'absorption des solutions aqueuses d'acide tartrique et de tartrates alcalins.* Note de MM. G. **Bruhat** et R. **Legris**, présentée par M. A. Cotton.

Nous avons effectué, par photométrie photographique, des mesures d'absorption de diverses solutions aqueuses d'acide tartrique et de tartrates alcalins, dans la région ultraviolette du spectre étudiée polarimétriquement par Descamps (2) pour ces mêmes solutions.

La figure 1 représente leurs résultats pour trois solutions d'acide tartrique, la solution I en contenant 50^g dans 100^{cm^3} et la solution III 5^g dans 100^{cm^3}; les abscisses sont les valeurs de $\log\lambda$:

$$\bar{1},375 = \log 0^{\mu},2372 \quad \text{et} \quad \bar{1},625 = \log 0^{\mu},4217,$$

les ordonnées celles de $\log y$, y étant la densité optique par centimètre de la solution. *L'absorption croît constamment, dans toute la région étudiée, lorsque la longueur d'onde décroît, mais ne commence à augmenter rapidement que vers* 2600-2500 *angströms*. Des mesures plus grossières, faites avec une solution plus étendue pour des longueurs d'onde plus courtes, nous ont montré que *l'absorption présente un maximum vers* 2225 *angströms*, et que ce maximum correspond à une absorption 4 ou 5 fois plus grande que celle que l'on obtient vers 2400 A.

La figure 2 est relative à des solutions de tartrates neutres de potassium (courbe V) et de sodium (courbe VI) de même concentration moléculaire que la solution III d'acide tartrique. Les courbes obtenues présentent un coude brusque au voisinage de $\lambda = 2536$ A. *Les deux tartrates possèdent, pour les longueurs d'onde voisines de* 2400 A., *des absorptions moléculaires voisines, l'une et l'autre inférieures à celle de l'acide tartrique; au voisinage de* 3000 A. *au contraire, le tartrate de sodium est deux fois plus absorbant que le tartrate de potassium, qui absorbe lui-même deux fois plus que l'acide tartrique.*

(1) *Z. für Elektrochemie*, 29, 1923, p. 313.

(2) R. Descamps, *Thèse*, Bruxelles, 1928.

Si l'on construit un diagramme pour chaque solution d'acide tartrique, en portant en abscisse λ^2 et en ordonnée $\frac{\lambda}{\sqrt{y}}$, on constate que les points obtenus se disposent parfaitement autour d'une droite. *Dans toute la région qui va de* 2460 A. *au commencement du spectre visible, la densité optique y et l'indice d'extinction sont correctement représentés par les formules simples :*

$$\frac{\lambda}{\sqrt{y}} = a(\lambda^2 - \lambda_0^2), \qquad \frac{\varkappa}{\lambda} = \frac{a'\lambda^2}{(\lambda^2 - \lambda_0^2)^2}.$$

C'est à ce type que se réduit la formule de Ketteler-Helmholtz pour une

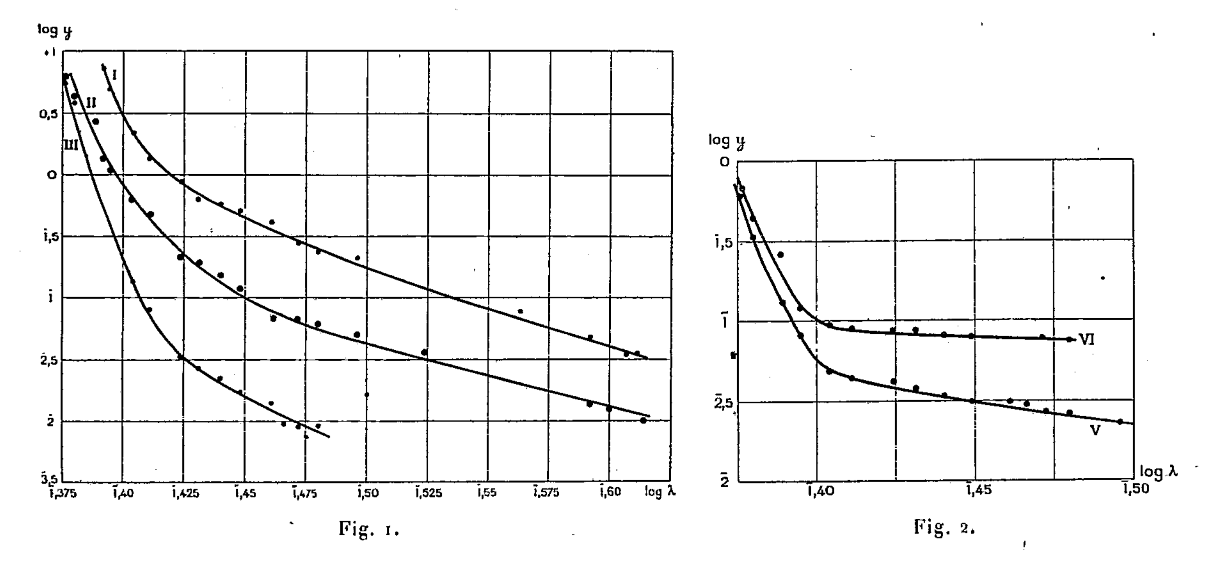


Fig. 1. Fig. 2.

seule longueur d'onde propre λ_0 et une bande assez étroite. La bande large étudiée doit donc, comme la bande du sulfure de carbone étudiée par l'un de nous ([1]), se composer de bandes étroites; la longueur d'onde λ_0 est celle de la première de ces bandes, et l'influence des autres est négligeable pour les longueurs d'onde nettement supérieures à λ_0. Les trois solutions donnent approximativement la même longueur d'onde propre, $\lambda_0 = 2330$ A.; la loi de Beer n'est pas vérifiée, car les coefficients a' ne sont pas proportionnels à la concentration.

L'absorption des tartrates neutres, de 2378 à 2536 A., peut être représentée par des formules du même type, avec approximativement la même

---

([1]) G. Bruhat et M. Pauthenier, *Annales de Physique*, 5, 1926, p. 440.

valeur de λ_0 : il semble donc que *la bande d'absorption de la molécule d'acide tartrique se retrouve dans l'ion tartrique*. Mais son intensité y est moins forte, et, dès que l'on s'écarte un peu de λ_0, son effet est masqué par celui d'une autre bande, de longueur d'onde beaucoup plus petite, mais d'intensité et de largeur beaucoup plus grandes, due sans doute au cation.

OPTIQUE. — *Sur le spectre d'absorption de* $CoCl^2$ *et ses variations.* Note de M. **P. Vaillant**, présentée par M. A. Cotton.

On sait que, même lorsque leur coloration paraît indépendante de la concentration, la loi de Beer ne s'applique pas aux solutions salines colorées. L'influence de la dilution sur le pouvoir absorbant peut avoir pour origine soit la présence simultanée de divers groupes de particules colorées dont les titres relatifs varient, soit, conformément aux vues récentes, une variation d'activité d'un agent absorbant unique. Dans le premier cas, le spectre doit se modifier à la fois en nature et intensité; dans le second, semble-t-il, seule doit varier l'intensité.

On a étudié à ce point de vue, au spectrophotomètre Yvon, muni de son dispositif photo-électrique, six solutions de $CoCl^2$, dont les deux premières, dans l'eau pure, avaient les concentrations n et $\frac{1}{2}n$, n correspondant à 2,5 mol-gr de sel par litre environ, et dont les quatre autres, de même concentration $\frac{n}{10}$, avaient respectivement pour solvant : de l'eau pure, de l'alcool éthylique aqueux de densité 0,91 (1), une solution à 20 pour 100 de NaCl et une solution à 68 pour 100 de $ZnCl^2$. Pour chaque solution, on déterminait, sur onze radiations équidistantes de l'intervalle 5000-6000 Å, le coefficient β de la formule d'absorption (2)

$$i = I \times 10^{-nl/\beta}.$$

D'une façon générale, β augmente avec la concentration ou par addition d'un sel étranger. Mais la loi de variation dépend de la longueur d'onde en

(1) La liqueur vire au bleu lorsqu'on augmente la teneur en alcool. De même pour NaCl et $ZnCl^2$.

(2) β se déduit de deux mesures sous les épaisseurs l et $2l$, l étant pris de façon à conserver nl d'une solution à l'autre. Toutes les mesures se font avec une même cuve d'absorption, à fenêtres de quartz et à épaisseur réglable.

sorte qu'on serait tenté de considérer le spectre comme la superposition de plusieurs autres, correspondant à diverses catégories de particules de titres variables. On arrive à une conclusion différente quand on construit et qu'on compare l'ensemble des courbes d'absorption. Celles-ci présentent, dans la région examinée, un maximum assez étalé auquel on accède par deux branches de courbe très sensiblement rectilignes. Ainsi, pour la solution 5 (dans NaCl), les β rapportés à la molécule-gramme ont la série de valeurs :

λ (centimicrons).	50.	51.	52.	53.	54.	55.	56.	57.	58.	59.	60.
β	3,52	4,17	4,84	5,48	6,01	6,22	6,07	5,50	4,60	3,51	2,60

Mais l'emplacement du maximum et le coefficient angulaire des droites qui y conduisent varient d'une solution à l'autre. Dans le tableau qui suit, β_m représente le maximum de β, λ_m son emplacement, d la densité de la solution à 19° et n_D son indice pour λ_D à la même température.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
λ_m	5527	5490	5475	5484	5521	5510
β_m	7,90	4,88	4,40	5,20	6,22	6,02
d	1,378	1,173	1,035	0,933	1,183	1,839
n_D	1,412	1,376	1,342	1,372	1,379	1,487

On reconnaît le triple effet que j'ai signalé sur les solutions d'érythrosine (1) : effet Kundt ou déplacement du maximum vers les λ croissants par augmentation d'indice, déplacement en sens inverse par augmentation de densité, et enfin amplification des deux effets précédents par accroissement d'intensité de la bande d'absorption.

Si, faisant abstraction de ce glissement qui semble un phénomène général, on ramène par translation les maxima sur une même ordonnée, les six spectres apparaissent identiques à l'intensité près. Ainsi, si l'on met l'équation des branches rectilignes montantes sous la forme

$$\beta/\beta_m = a - b(\lambda_m - \lambda)$$

on calcule pour a et b :

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
$a \times 10^2$	115	107	108	110	112	113
$b \times 10^7$	1082	1086	1046	1096	1061	1063

La concordance sur les b, de l'ordre du cinquantième par rapport à la moyenne, correspond à la limite de précision dans la détermination des coefficients angulaires. L'accord sur les a est seulement de l'ordre de 1/25;

(1) *J. de Phys. et Rad.*, 6e série, 8, x, 1927, p. 391.

la concordance est encore très bonne si l'on tient compte de l'imprécision dans l'évaluation des λ_m (1).

Les résultats sont un peu moins nets pour les branches rectilignes descendantes, ce qu'on peut attribuer au manque de sensibilité de la cellule dans cette région. Toutefois si, pour $\lambda = 5800$, on forme le rapport β/β_m après translation (2), on trouve :

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
β/β_m	0,73	0,71	0,70	0,74	0,75	0,71

En résumé, il semble bien que, dans les six solutions, n'entre en jeu qu'un seul et même agent absorbant, l'ion Co^{++}, qui se manifeste avec une activité variable suivant sa concentration et celle des autres ions de la solution.

OPTIQUE. — *Sur un phénomène d'optique atmosphérique.* Note de M. R. **Gindre**, présentée par M. A. Cotton.

Le 23 octobre 1929 dans l'après-midi, l'Observatoire du Pic-du-Midi (alt. 2860ᵐ) dépassait de 400 à 500ᵐ une mer de nuages dont la surface était peu accidentée et qui s'étendait uniformément jusqu'à l'horizon Nord. Au-dessus, ciel à peu près pur. L'ombre de l'observateur, projetée à la surface de la mer de nuages paraissait entourée de trois auréoles très légèrement elliptiques, de quelques degrés de diamètre et fortement colorées : bleu violet à l'intérieur, rouge à la périphérie. Il s'agissait du phénomène bien connu de l'*anthélie* ou *spectre du Brocken*.

A droite et à gauche de l'anthélie commençaient *deux bandes lumineuses rectilignes* de 2° environ de largeur, dont la brillance était sensiblement supérieure à celle, uniforme, du reste de la mer de nuages et qui s'éloignaient de l'observateur jusqu'à l'horizon. Le point de concours de ces deux bandes prolongées était dans le plan vertical du Soleil, mais en arrière de l'observateur; elles n'étaient visibles qu'au delà des cercles anthéliques. Le phénomène s'estompait lorsque la dénivellation de la mer de nuages devenait trop importante.

J'ai pu faire, à l'aide d'un cercle répétiteur de l'Observatoire, quelques mesures d'angles, qui ont montré que les deux bandes étaient symétriques

(1) Les λ_m sont obtenus par extrapolation en déterminant l'intersection de la courbe avec celle qui joint les milieux des cordes parallèles à l'axe des abscisses.

(2) On suppose qu'on ramène les cinq derniers spectres au niveau du premier.

par rapport au plan vertical du Soleil. Le centre des cercles anthéliques servait de repère.

Une première série de pointés fut faite sur les points d'intersection des bandes lumineuses et de l'horizon apparent de l'observateur : la distance angulaire de ces deux points, comptée sur l'horizon, était de 65°.

Une deuxième série, faite en plaçant l'axe optique de la lunette du cercle parallèlement à chaque bande et en lisant chaque fois l'azimut correspondant, a donné pour l'angle des deux bandes un nombre très voisin de 58°, soit 29° comme demi-angle. La nature du phénomène interdisait une précision supérieure au degré.

La hauteur du Soleil, mesurée à l'aide d'une règle verticale plantée dans la neige, était de 23°.

Origine des bandes paranthéliques. — Il semble que ces bandes aient une étroite parenté avec le phénomène connu sous le nom de *cercle d'Ulloa*, *grand cercle blanc de Bouguer* ou *arc-en-ciel blanc* et que l'on voit accompagnant quelquefois le spectre du Brocken.

Les gouttes d'eau qui contribuent à former ce cercle sont réparties dans l'espace sur un cône dont l'axe est la direction Soleil-observateur, le sommet est l'observateur, et dont l'ouverture est égale au diamètre angulaire de l'arc-en-ciel blanc. La section d'un tel cône par un plan horizontal ne passant pas par le sommet sera, suivant la hauteur du Soleil, une ellipse, une parabole ou une hyperbole.

Supposons que ces bandes paranthéliques soient deux branches d'hyperbole que nous confondrons avec leurs asymptotes. On trouve, en prenant 23° (hauteur du Soleil) pour angle de l'axe du cône avec le plan de l'hyperbole, et 58° pour angle des directions asymptotiques, que le demi-angle au sommet du cône est de 37°.

C'est précisément le rayon moyen du grand cercle de Bouguer, celui-ci paraissant varier, suivant les observateurs, de 33° à 40°, avec maximum de fréquence à 37° (¹). Il correspond à des gouttes dont le diamètre est inférieur à 50$^{\mu}$ (²).

On conçoit que l'on puisse observer, suivant la hauteur du Soleil et l'altitude de la mer de nuages, toutes les formes possibles d'ellipses, de paraboles et d'hyperboles.

Les bandes paranthéliques semblent donc être un cas particulier du grand

---

(¹) KEMTZ, *Météorologie*, p. 427.

(²) MASCART, *Traité d'Optique*, 3, p. 459.

cercle de Bouguer. Le phénomène n'est pas très fréquent au Pic-du-Midi; il a été quelquefois remarqué par M. J. Devaux qui n'a pu en faire de mesures précises. Il faut en effet, pour qu'il soit net, que la mer de nuages soit parfaitement uniforme.

STRUCTURES MOLÉCULAIRES. — *Diffraction des rayons X dans diverses substances, principalement dans les liquides.* Note de MM. **Jean Thibaud** et **Jean-J. Trillat**, présentée par M. M. de Broglie.

La distribution discontinue de la matière dans un liquide donne lieu à des effets caractéristiques de diffraction des rayons X (halos). En particulier, l'interstice qui correspond aux distances moyennes des molécules (considérées comme se trouvant en contact) produit un halo que nous appellerons anneau *fondamental*.

1° Nous avons observé que, lorsque la substance est étudiée en couche *épaisse* (en fait, pour les acides gras saturés liquides cet effet se manifeste à partir d'une épaisseur de 2^{mm}), il se produit, en plus de l'anneau fondamental, un anneau *secondaire* de diamètre plus faible. Cet anneau secondaire apparaîtra lorsqu'on n'aura pas pris soin de séparer les raies caractéristiques de l'anticathode de la radiation générale émise par celle-ci. Sa présence sur les diagrammes peut conduire à des erreurs d'interprétation et, en particulier, à admettre l'existence, dans la matière étudiée, de nouveaux éléments de structure.

2° Prenons comme exemple le cas d'un liquide, l'acide nonylique, éclairé par la radiation K d'un tube à anticathode de cuivre, sans prendre de précautions spéciales pour éliminer la radiation générale de celui-ci. Le liquide est placé dans une petite cuve limitée par des feuilles minces parallèles en cellophane, sous une épaisseur x. Lorsque x est inférieur à 2^{mm}, nous n'observons qu'un seul halo, l'anneau fondamental, correspondant à un interstice $D = 4,5\,\text{Å}$. Si l'épaisseur augmente et atteint 4^{mm} par exemple, un second anneau bien défini apparaît dont l'intensité croît, si nous augmentons l'épaisseur traversée, en même temps que décroît l'intensité de l'anneau fondamental. La radiation qui a formé cet anneau interne est plus pénétrante que celle qui produit l'anneau fondamental : une lame d'aluminium de $0^{mm},4$ d'épaisseur disposée devant la plaque photographique, arrête totalement ce dernier $\left(\text{dû à } K\alpha\,Cu,\ \lambda = 1,54\,\text{Å}\right)$ mais se laisse traverser

par l'anneau secondaire. Celui-ci est formé par les radiations du fond continu.

3° Si nous modifions la tension appliquée au tube (dans notre installation le tube est alimenté en tension constante, la tension étant mesurée par un voltmètre électrostatique d'Abraham et Villard) l'anneau fondamental n'est pas modifié, mais le diamètre de l'anneau secondaire varie. Par exemple si nous appliquons successivement des tensions de 15, 17,5, 20, 30 ou 40 kilovolts, le diamètre de l'anneau secondaire diminuera assez rapidement et sa largeur augmentera, comme on peut le constater sur le tableau suivant qui présente les résultats des mesures faites sur un diagramme enregistré à 7cm d'une cuve de 8mm d'épaisseur remplie d'acide nonylique (d_0 = diamètre du bord interne de l'anneau, d = diamètre de la zone la plus opaque de l'anneau, d_m = bord externe, limite de noircissement). Le diamètre, constant, de l'anneau fondamental est $d_F = 5^{cm}$:

Tension V (kilovolts).	d_0 (mm).	d (mm).	d_m (mm).
15	25,5	31	38
17,5	21,5	27	35
20	19,5	25	34
30	12,5	20	33
40	10	18	31

En résumé, pour les tensions élevées (40 kilovolts) anneau secondaire *diffus* de faible diamètre moyen; pour les tensions plus basses (15 kilovolts) anneau *mince*, de diamètre plus grand. Si au contraire nous examinons le même liquide avec les rayons X du molybdène ($\lambda = 0,7$ Å), l'anneau secondaire tend à se confondre avec l'anneau fondamental.

4° Ce remarquable effet est général : nous l'avons observé pour divers liquides : acides gras saturés liquides à la température ordinaire ou acides fondus; benzène; eau distillée; triglycérides; carbures saturés ou non saturés; enfin les acides gras solides, le caoutchouc lui-même, etc.

5° L'apparition de l'anneau interne est due à un effet de filtration du rayonnement hétérogène du tube dans l'épaisseur de la substance étudiée. En effet, si une radiation monochromatique λ se trouve diffractée par les molécules de ce milieu arrangées d'une manière discontinue, avec la période D, l'intensité de diffraction se trouvera réduite dans le rapport de 1 à $e^{-\mu x}$, si μ est le coefficient d'absorption pour cette radiation et x l'épaisseur traversée. En reprenant l'exemple de l'acide nonylique éclairé par la radiation d'un tube à cuivre, voici comment les choses se passent : sous une faible épaisseur, la diffraction correspondant à l'interstice D (ici 4,5 Å) est due presque entièrement à la raie intense Kα (1,54). Si nous augmentons l'épaisseur, cette raie subit une absorption plus importante que les radiations du spectre continu. Nous avanta-

geons dès lors les radiations les plus pénétrantes et celles-ci prennent part à l'effet de diffraction, d'où un second anneau. Ce dernier devrait présenter une largeur angulaire correspondant à l'étendue spectrale de la radiation générale pour la tension V d'excitation. Toutefois, la filtration de cette même radiation générale dans le liquide a pour effet, pratiquement, de réduire le rayonnement transmis à une bande assez étroite comprise entre la limite λ_0 du fond continu et 1 Å environ. Ceci explique d'une part le déplacement du diamètre moyen de l'anneau interne de diffraction, lorsque la tension augmente, et d'autre part l'élargissement de celui-ci, le bord interne de l'anneau correspondant à la limite λ_0 et le bord externe, à une radiation sensiblement constante, voisine de 1 Å.

PHOTOCHIMIE. — *Du rôle de l'oxygène de l'air dans les piles photovoltaïques à liquides colorés.* Note de MM. **A. Grumbach** et **S. Schlivitch**, présentée par M. A. Cotton.

On n'a jamais recherché l'influence que peuvent avoir sur le fonctionnement des piles photovoltaïques les gaz dissous et particulièrement l'oxygène, qui joue souvent un rôle primordial dans les réactions photochimiques. Nous nous sommes proposé de comparer les forces électromotrices fournies par la même pile à la pression atmosphérique et dans le vide; on verra que l'effet de masse et l'effet Becquerel se présentent alors sous des aspects très différents.

Les éléments employés ici ont la forme d'un U renversé; chacune des électrodes de platine est soudée à la partie inférieure d'une des branches verticales et suivant son axe. Un long tube soudé perpendiculairement au canal horizontal et muni d'un robinet est relié à une pompe à vide; par ébullition à la température du laboratoire, on élimine l'air dissous et l'on maintient ensuite le vide au-dessus de la surface de l'électrolyte.

Les expériences décrites ici ont porté sur le fluorescéinate de sodium dissous dans l'eau pure ou additionnée de glycérine. Les radiations utilisées sont celles de l'arc à mercure qui traversent le verre et l'eau.

Une solution d'uranine à la concentration de 5.10^{-3} g/cm³ contenant 10^{-4} g/cm³ de soude, donne, à la pression atmosphérique, une force électromotrice d'adsorption de 5 millivolts, tandis qu'on n'observe aucun effet dans le vide. Dans cette expérience, le phénomène a pour origine l'oxydation partielle de la matière colorante au voisinage d'une des électrodes.

Les solutions glycériques, déjà étudiées en présence d'air par l'un de

nous (1), fournissent des résultats intéressants : à la pression atmosphérique, l'effet Becquerel est négatif et l'effet de masse positif. Dans le vide, les deux forces électromotrices sont négatives et plus grandes en valeur absolue.

Le tableau suivant concerne une solution de fluorescéinate de sodium à la concentration de 3.10^{-3} g/cm^3 et de glycérine à 40 pour 100. Les temps sont mesurés en minutes et secondes et les forces électromotrices en millivolts.

Pression atmosphérique.		Vide.	
Temps.	f. e. m.	Temps.	f. e. m.
m s		m s	
0,00	0	0,00	0
1,00	—1,3	1,30	— 9,2
2,15	—2,5	2,00	—13,6
3,15	—1,9	3,10	—19,9
5,00	—0,6	4,25	—27,6
6,00	obscurité	5,00	—29,6
7,15	+1,5	6,00	obscurité
9,30	+3,5	7,00	—36,8
12,30	+8,3	10,15	—37,2
14,30	+8,7	12,00	—39,4
17,00	+8,7	16,00	—47,0
20,00	+8,7	20,00	—50,2

Quand on n'interrompt pas l'éclairement de la solution exposée à l'air, on constate encore le changement de signe de la force électromotrice avec cette différence qu'il se produit un peu plus tard, au bout de 10 minutes.

Dans le milieu réducteur constitué par la solution glycérique, l'effet Becquerel se distingue donc de la force électromotrice d'absorption par l'invariabilité de son signe; c'est là une preuve nouvelle de la différence de nature des deux phénomènes.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur une évolution lente des mélanges de solutions colloïdales rappelant les effets anaphylactiques.* Note (2) de M. **A. Boutaric** et Mlle **M. Dupin**.

1. A la suite de nombreuses recherches, l'un de nous (3) a établi que, pour provoquer la floculation d'une solution colloïdale au moyen d'un élec-

(1) Grumbach, *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 1169.

(2) Séance du 28 octobre 1929.

(3) A. Boutaric, *Protection des solutions colloïdales* (*Journal de Chimie physique*, 25, 1928, p. 120).

trolyte, il faut une quantité plus grande de cet électrolyte lorsqu'on l'introduit progressivement, à intervalles de temps espacés, que lorsqu'on l'introduit en bloc. Il arrive même souvent que l'addition préalable à la solution colloïdale d'une faible quantité d'un électrolyte protège cette solution contre la floculation par le même électrolyte; il faut alors une plus grande quantité d'électrolyte pour faire floculer la solution colloïdale ayant reçu antérieurement une faible dose de cet électrolyte qu'il n'en faut pour faire floculer le sol initial. Il était intéressant de se demander si le même phénomène subsiste dans la floculation d'une solution colloïdale par une autre solution colloïdale. Nos expériences ont porté sur la floculation de mélanges d'hydrate ferrique et de sulfure d'arsenic.

2. Soient A et B les deux sols primitifs. A 100^{cm^3} du sol A dilué de moitié, on ajoute 100^{cm^3} d'un mélange du sol B et d'eau contenant N^{cm^3} du sol B. La durée de floculation augmentant lorsque N diminue, on détermine la valeur n de N pour laquelle la floculation ne se produit qu'au bout de 48 heures.

On prépare ensuite les mélanges suivants :

Sol A_0.... 50^{cm^3} du sol A + 50^{cm^3} d'eau

Sol A_1.... 50^{cm^3} du sol A + $\nu_1 = \left(\frac{n}{20}\right)^{cm^3}$ du sol B + $(50 - \nu_1)^{cm^3}$ eau

Sol A_2.... 50^{cm^3} du sol A + $\nu_2 = \left(\frac{n}{10}\right)^{cm^3}$ du sol B + $(50 - \nu_2)^{cm^3}$ eau

Sol A_3.... 50^{cm^3} du sol A + $\nu_3 = \left(\frac{n}{5}\right)^{cm^3}$ du sol B + $(50 - \nu_3)^{cm^3}$ eau

Sol A_4.... 50^{cm^3} du sol A + $\nu_4 = \left(\frac{n}{4}\right)^{cm^3}$ dn sol B + $(50 - \nu_4)^{cm^3}$ eau

Sol A_5.... 50^{cm^3} du sol A + $\nu_5 = \left(\frac{n}{2}\right)^{cm^3}$ du sol B + $(50 - \nu_5)^{cm^3}$ eau

On étudie ensuite la floculation, par le sol B, des mélanges $A_0, A_1, A_2, \ldots$ ainsi préparés. Pour cela, on ajoute à 100^{cm^3} d'un de ces sols 100^{cm^3} d'une solution contenant X^{cm^3} du sol B et l'on détermine la plus petite valeur x de X pour laquelle la floculation se produit instantanément. Soient $x_0, x_1, x_2, \ldots$ ces valeurs pour les divers mélanges $A_0, A_1, A_2, \ldots$.

La suite, $x_0, x_1 + \nu_1, x_2 + \nu_2, \ldots$ donne la quantité totale du sol B présente dans les divers mélanges lorsque la floculation se produit instantanément. Nous rapporterons, à titre d'exemple, les résultats obtenus dans la floculation d'un sol d'hydrate ferrique (sol A) par un sol de sulfure d'arsenic (sol B) et dans la floculation d'un sol de sulfure d'arsenic (sol A) par un sol d'hydrate ferrique (sol B).

a. Floculation d'un sol d'hydrate ferrique (¹) à $1^g,30$ par litre (A) par un sol de sulfure d'arsenic à $9^g,30$ par litre (B). Le tableau suivant indique, pour les divers mélanges A_0, A_1, A_2, A_3, ..., les valeurs de ν et de $\nu + x$ correspondantes pour des floculations provoquées au bout de temps croissants après qu'ont été préparés les divers mélanges A_0, A_1, A_2, ...

Désignation du mélange.	ν^{cm^3}.	$(x+\nu)^{cm^3}$ au bout de 1 jour.	6 jours.	14 jours.	45 jours.
A_0............	0	35	35	35	32,5
A_1............	0,25	35	30,25	28,75	27,75
A_2............	0,5	32,5	18,5	18,0	18,5
A_3............	1	26	9,0	2,5	F
A_4............	1,25	23,25	1,4	F	

(La lettre F signifie que, au bout du temps considéré, le mélange était floculé partiellement ou complètement.)

b. Floculation d'un sol de sulfure d'arsenic à $3^g,72$ par litre (sol A) par un sol d'hydrate ferrique à $0^g,52$ par litre (sol B) :

Désignation du mélange.	ν^{cm^3}.	$(x+\nu)^{cm^3}$ au bout de 8 jours.	15 jours.	25 jours.	42 jours.
A_0............	0	28,7	28,7	28,7	28,7
A_1............	1	28,5	–	27,5	27,5
A_2............	2	28,25	28,0	27,0	25,75
A_3............	4	27,7	26,5	24,0	20,25
A_4............	5	26,25	25	22,5	17,5
A_5............	10	25	21,25	15,0	floc.

3. On voit que, dans tous les cas, les quantités $x + \nu$ vont en diminuant quand ν augmente, c'est-à-dire quand augmente la quantité du sol B introduite dans le sol A avant d'en provoquer la floculation par addition d'une quantité massive du sol B. Autrement dit, l'addition de faibles quantités de sulfure d'arsenic à de l'hydrate ferrique rend celui-ci plus sensible à la floculation par une dose ultérieure de sulfure d'arsenic et, de même, l'addition d'hydrate ferrique à un sol de sulfure d'arsenic rend ce dernier plus sensible à l'action d'une dose ultérieure d'hydrate ferrique. Ces résultats sont opposés à ceux que nous avions observés dans la floculation d'une solution colloïdale par un électrolyte qui témoignaient d'une sorte d'accou-

(¹) Les sols d'hydrate ferrique ont été préparés par action du carbonate d'ammoniaque sur le chlorure ferrique et dialyse.

tumance de la solution colloïdale à l'agent floculant. Au contraire, les phénomènes observés dans la floculation réciproque des sols de sulfure d'arsenic et d'hydrate ferrique rappellent, jusqu'à un certain point, les phénomènes d'anaphyllaxie dans lesquels on voit que le sérum d'un sujet A devient plus sensible à un sérum étranger B lorsqu'il a reçu antérieurement de faibles quantités du sérum B.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'action sélective d'un catalyseur d'hydrogénation.* Note (1) de M. **M. Bourguel** et Mlle **V. Gredy**, présentée par M. G. Urbain.

Il est très important, pour les théories du mécanisme de l'action catalytique, de montrer que certains catalyseurs peuvent avoir une action sélective, c'est-à-dire qu'ayant la possibilité d'effectuer plusieurs travaux, ils sont capables d'en choisir un et de le terminer avant d'attaquer le second.

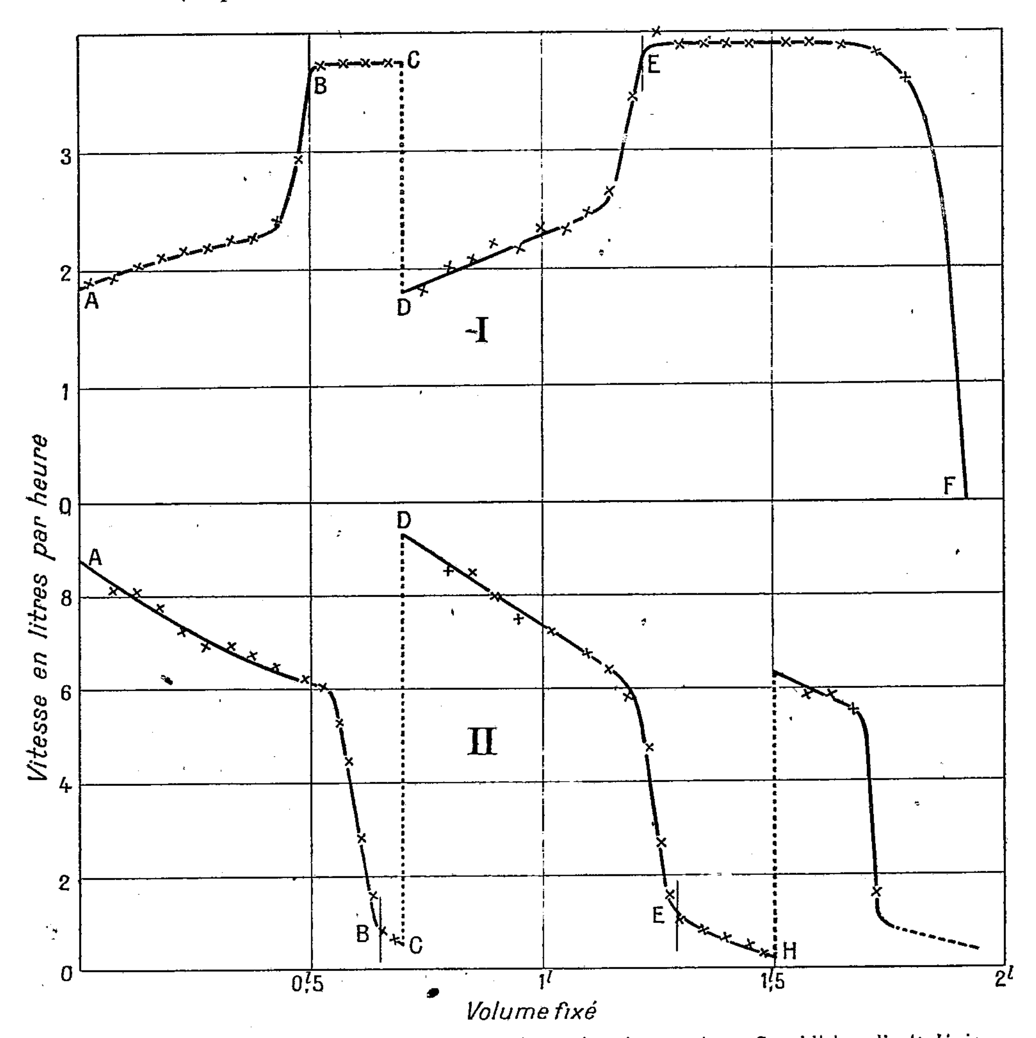
Le cas de l'hydrogénation en deux temps de la triple liaison est particulièrement intéressant : on y voit, en effet, le catalyseur quitter le point de la molécule où il vient de fixer 2 atomes d'hydrogène pour n'y revenir qu'au moment où *toutes* les molécules acétyléniques ont été transformées. La preuve de cette sélection (2) réside dans le fait que la vitesse de la catalyse présente une discontinuité quand la moitié du volume total d'hydrogène est fixé et surtout dans celui que, après cette discontinuité, le deuxième temps de la réaction peut s'effectuer avec une vitesse plus grande que le premier.

Nous apportons ici une démonstration plus frappante encore de l'action sélective du palladium colloïdal; nous hydrogénons un composé acétylénique au delà de la discontinuité, c'est-à-dire jusqu'à un instant où nous admettons que, l'acétylénique ayant disparu, le catalyseur effectue le passage de l'éthylénique au saturé. Nous ajoutons à ce moment une nouvelle quantité d'acétylénique et nous voyons aussitôt la vitesse de la catalyse changer de valeur, augmenter ou diminuer, suivant le cas, pour revenir à celle qu'elle avait au premier temps de l'opération. Puis les phénomènes suivent leur cours habituel : quand la nouvelle charge d'acétylénique est tout entière hydrogénée, la vitesse varie à nouveau et alors seulement, le palladium reprend la réduction de l'éthylénique.

(1) Séance du 21 octobre 1929.

(2) Bourguel, *Bull. Soc. chim.*, 41, 1927, p. 1443.

Voici des courbes correspondant à deux cas différents : Courbe I (phénylacétylène) où l'éthylénique s'hydrogène plus vite que l'acétylénique; Courbe II (heptine carbonate d'éthyle) où le contraire a lieu.



De A à B, formation de l'éthylénique; de B à C, formation du saturé; en C, addition d'acétylénique; DE, à nouveau formation d'éthylénique; EF, formation du saturé.

Dans l'expérience n° 2, on a ajouté en F une deuxième fois du composé acétylénique.

On pouvait être tenté d'expliquer les particularités de l'action du palladium colloïdal dans l'hydrogénation des triples liaisons par l'hypothèse de la réversibilité de l'action catalytique, dans laquelle on supposerait que le

catalyseur, en présence d'un mélange saturé acétylénique, enlève 2 atomes d'hydrogène au premier pour les fixer sur le deuxième. Nos expériences permettent de rejeter cette hypothèse. On peut même dire que si une action réversible de ce genre est possible, elle n'a lieu qu'à une vitesse très faible car la somme des portions AB + DE est exactement égale à la somme BC + EF (courbe 1). Or la réaction hypothétique de la réversibilité aurait pour effet de diminuer DG et d'augmenter EF.

Le palladium colloïdal sait donc choisir les molécules qu'il doit hydrogéner en premier lieu.

MÉTALLOGRAPHIE. — *Influence de la finesse de structure lors du recuit des fontes grises.* Note de MM. **Albert Portevin** et **Pierre Chévenard**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

L'un des buts principaux du recuit des moulages en fonte grise est d'adoucir le métal en vue de faciliter l'usinage. Cet adoucissement résulte de la disparition de la cémentite, présente sous forme libre ou contenue dans la perlite, et qui se décompose en ferrite et graphite avec une notable expansion. L'intensité de cette réaction peut, par suite, être appréciée :

1° Par mesure de la dureté ;

2° Par voie chimique en déterminant la teneur en carbone combiné Cc ;

3° Par examen micrographique ;

4° Par étude dilatométrique.

La quantité de cémentite décomposée au cours du recuit dépend de la composition chimique de la fonte, notamment des teneurs en carbone et en silicium comme pour les fontes blanches [1], et des conditions du recuit : température et durée de chauffage, vitesse de refroidissement. L'influence de ces trois derniers facteurs a fait l'objet d'études de Schüz [2] et de Piwowarski [3] ; d'après ces auteurs, la graphitisation demeure relativement assez faible au-dessous de Ac 1 et, pour des recuits effectués au-dessus de ce dernier point, le facteur le plus important est la vitesse de refroidissement à travers la transformation Ar 1.

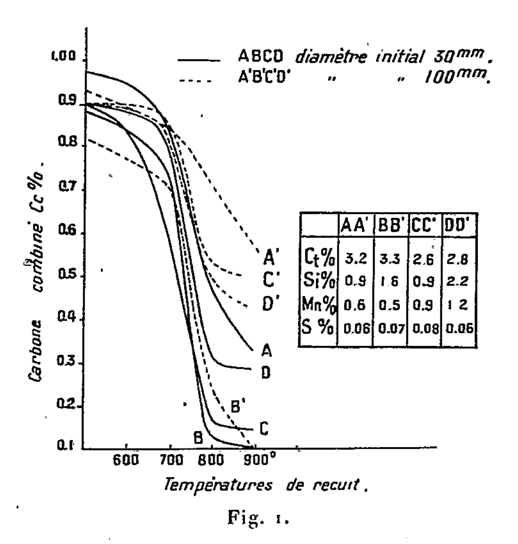
---

(1) P. Chévenard et A. Portevin, *Influence du carbone et du silicium sur la graphitisation des fontes blanches* (*Comptes rendus*, **183**, 1926, p. 1286).

(2) *Stahl und Eisen*, **42**, 1922, p. 1484, et **44**, 1924, p. 116.

(3) *Stahl und Eisen*, **42**, 1922, p. 1482.

Mais il est un autre facteur qui exerce une influence sensible sur la graphitisation : c'est la finesse de structure de la fonte, structure qui dépend des conditions de refroidissement lors de la solidification, et, par



	AA'	BB'	CC'	DD'
C_t%	3.2	3.3	2.6	2.8
Si%	0.9	1 6	0.9	2.2
Mn%	0.6	0.5	0.9	1 2
S %	0.06	0.07	0.08	0.06

Fig. 1.

suite, de la grosseur de la pièce moulée et de la position du point considéré à l'intérieur de celle-ci.

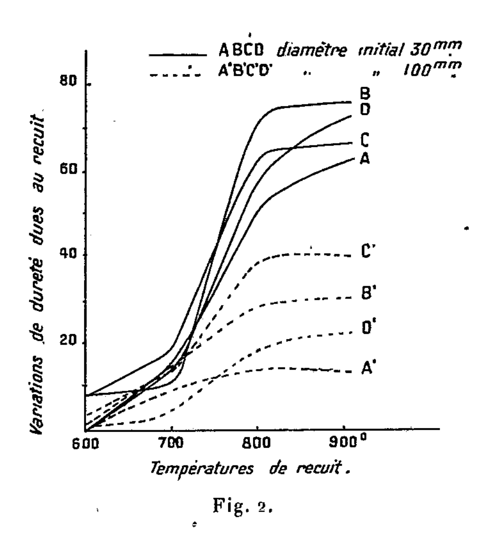


Fig. 2.

Pour mettre en évidence cette influence, nous avons coulé, avec une même fonte, de longs cylindres de 30mm et de 100mm de diamètre; puis, après avoir prélevé au centre de ces cylindres des échantillons ou éprou-

vettes, nous avons étudié les effets du recuit par les quatre méthodes d'investigation indiquées plus haut.

Les figures 1 et 2 montrent l'influence de la température de recuit sur la teneur en carbone combiné et sur la dureté Brinell de quatre fontes à teneurs en carbone et en silicium différentes; le recuit comportait une heure de maintien à la température choisie et une vitesse de refroidissement moyenne de 1,4 degrés/minute au-dessus de 600°.

On voit très nettement que les échantillons extraits des cylindres de 30^{mm} se graphitisent plus rapidement que les autres, à structure plus grossière, extraits des cylindres de 100^{mm}. Cette conclusion, qui était déjà mentionnée par l'un de nous dans son enseignement ([1]), est confirmée par l'examen micrographique et par l'étude dilatométrique; nous n'insisterons pas sur les résultats de ce dernier mode d'investigation, résultats qui viennent de faire l'objet d'une Note récente de M. A. Le Thomas ([2]) dont les conclusions sont en accord avec les nôtres.

Ainsi la structure initiale peut, dans certains cas, exercer une influence très sensible sur les résultats du recuit. On s'explique de cette façon que les zones superficielles des moulages puissent présenter, après recuit, une graphitisation bien plus importante que le centre, d'où résulte un aspect différent de la cassure et un écart important de dureté. Cette particularité avait été déjà observée par Schüz ([3]), mais il l'avait attribuée à des durées de chauffage insuffisantes entraînant un recuit limité aux seules zones superficielles. Nos expériences en établissent la cause réelle.

CHIMIE. — *Sur l'oxydation directe des hydrocarbures par l'air.* Note ([4]) de MM. **Dumanois** et **Mondain-Monval**, présentée par M. Rateau.

Dans une Note précédente ([5]) relative à l'oxydation directe du pentane par l'oxygène de l'air, nous indiquions les phénomènes physiques que nous avions pu observer au cours de l'échauffement à volume constant d'une série de mélanges sous pression d'air et de vapeur de pentane. Au-dessus

([1]) A. Portevin, *Annexes du Cours à l'École supérieure de Fonderie*, Paris, Dorel, 1927, p. 126.

([2]) *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 639.

([3]) *Loc. cit.*

([4]) Séance du 28 octobre 1929.

([5]) Dumanois et Mondain-Monval, *Comptes rendus*, 187, 1928, p. 892.

d'une certaine proportion de pentane, ces mélanges s'enflamment spontanément à une température moyenne de 230°, les modalités de la combustion (pression d'explosion, dégagement de chaleur, dépôt de noir de fumée) dépendant étroitement de la concentration en hydrocarbures. Nous signalions en particulier que, précédant l'explosion spontanée de quelques degrés, nous avions constaté une élévation de pression très nette, extrêmement facile à observer au manomètre et de plus en plus accélérée jusqu'au moment où l'aiguille du manomètre était lancée par la brutale poussée de pression résultant de l'explosion spontanée du mélange. Il nous a paru indispensable d'étudier parallèlement les modifications chimiques que pouvait éprouver le mélange gazeux au cours de son échauffement, depuis la température ordinaire jusqu'à celle de son inflammation spontanée. Ce sont les résultats obtenus que nous résumons aujourd'hui.

Nous avons employé le même appareil et dans les mêmes conditions que celles qui ont fait l'objet de la Note précitée.

Nous enfermons dans la bombe de 0^l,7 de capacité, une certaine quantité de pentane, variant suivant les expériences de 0^g,31 à 6^g,2. Nous envoyons ensuite dans la bombe, au moyen d'un robinet pointeau, de l'air jusqu'à obtenir au manomètre une pression intérieure à 5,3 kg/cm^2 vers 20°. Le robinet est alors refermé et la bombe munie d'un thermomètre est échauffée lentement, en 40 minutes environ, de 20° à 230°. A différentes températures, régulièrement échelonnées, on fait sortir de la bombe au moyen du robinet pointeau quelques bulles du mélange gazeux que l'on fait barboter dans de l'eau de baryte et dans du réactif de Schiff fraîchement préparé. Ce réactif, normalement incolore, devient violet intense en présence de traces d'aldéhydes et surtout de formaldéhydes.

Voici, à titre d'exemple, les observations relatives à une masse de pentane de 4^g,3.

N°.	Température.	Eau de baryte.	Réactif de Schiff.
1.........	80°	rien	rien
2.........	120°	rien	rien
3.........	145°	rien	rien
4.........	175°	traces de CO^2	rien
5.........	200°	trouble léger	rien
6.........	220°	trouble net	réaction sensible
7.........	223°	trouble très net	*réaction très nette*
	230°	explosion spontanée	
8.........	après explosion	trouble faible	*réaction très nette*

Les réactifs étaient, bien entendu, renouvelés à chaque température d'essai. L'essai n° 7 est particulièrement remarquable. A cette température de 223°, une seule bulle du mélange gazeux passant dans le réactif de Schiff donne une coloration violette très nette et presque immédiate. Si, à partir de cette température, on laisse légèrement

entr'ouvert le robinet pointeau, le dégagement des bulles dans le réactif s'accélère visiblement et devient tumultueux vers 228°, preuve d'une sensible élévation de pression à l'intérieur de la bombe. La quantité d'aldéhydes et d'anhydride carbonique formés s'accroît en même temps dans des proportions considérables. Ces phénomènes précèdent et annoncent l'inflammation spontanée qui s'effectue à 230°. Il est à noter que les gaz résiduels, après l'explosion, donnent également et très nettement la réaction des aldéhydes.

Si l'on rapproche ces résultats de ceux relevés précédemment dans l'examen des phénomènes physiques présentés par le mélange gazeux en cours d'échauffement, on constate que l'apparition de CO^2 et d'aldéhydes coïncide précisément avec le moment où la courbe des pressions commence à remonter rapidement, alors qu'elle était auparavant très nettement au-dessous de la courbe représentative de la loi des gaz parfaits.

Il est donc évident que quelques degrés au-dessous de la température d'inflammation spontanée du mélange gazeux, ce mélange est le siège de réactions chimiques se manifestant à nous par un dégagement de chaleur très sensible et la production simultanée de CO^2 et d'aldéhydes, en particulier d'aldéhyde formique. Ces phénomènes remarquables, observés sous pression, se produisent également à la pression atmosphérique, comme nous avons pu le constater au cours d'expériences d'oxydation directe par l'air d'hydrocarbures saturés sous la pression normale, expériences qui feront l'objet d'une Note ultérieure.

Nous avons obtenu des résultats semblables pour des proportions différentes de pentane et d'air. Les mêmes expériences répétées en remplaçant le pentane par de l'hexane, de l'heptane, de l'octane et des essences commerciales ont donné des résultats absolument analogues. Seule, la température d'inflammation spontanée varie, d'ailleurs de quelques degrés seulement, d'un hydrocarbure à l'autre.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'auto-oxydation de l'acide abiétique.* Note [1] de MM. **G. Dupont** et **J. Lévy**, présentée par M. G. Urbain.

Dans l'oxydation par l'oxygène libre d'une foule de corps organiques, on observe, au moins au début de la réaction, un accroissement progressif de la vitesse d'oxydation. Ce phénomène trouve son explication dans une catalyse de la réaction par les produits d'oxydation eux-mêmes, mais nous ne pensons pas que personne ait réussi à préciser le mécanisme de cette auto-catalyse.

L'étude de l'auto-oxydation de l'acide abiétique nous a fourni un exemple

(1) Séance du 21 octobre 1929.

particulièrement remarquable d'auto-catalyse d'oxydation. Elle nous a conduits aux conclusions suivantes :

En désignant par A la molécule oxydable d'acide abiétique, il existe un terme intermédiaire d'oxydation (AO) jouant le rôle de catalyseur d'après le mécanisme suivant :

Première phase. — (AO) fixe l'oxygène de l'air pour donner un peroxyde :

$$(AO) + (O^2) \rightarrow AO(O^2).$$

Deuxième phase. — Ce peroxyde réagit sur 2 molécules du corps A pour donner :

$$(AO)(O^2) + 2A \rightarrow 3(AO).$$

Ces trois molécules (AO) pourront intervenir à leur tour comme catalyseur et l'on comprend que la vitesse d'oxydation puisse s'accélérer. Cherchons à vérifier ce mécanisme par l'étude dynamique de la réaction.

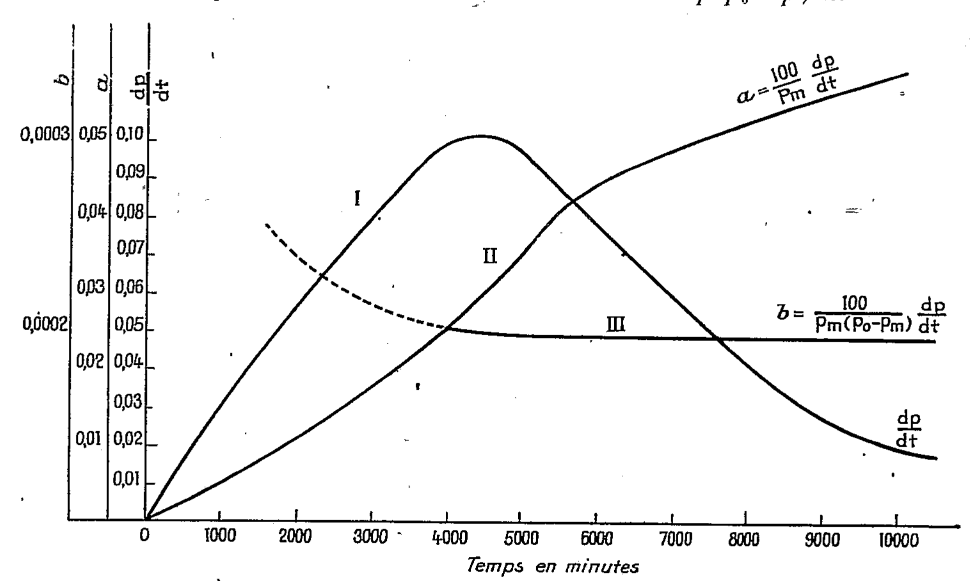
Admettons : 1° qu'une proportion déterminée de l'oxyde AO formé est active et reste active au moins jusqu'à sa transformation en peroxyde ; 2° que la deuxième phase est très rapide par rapport à la première. Si l'on suit la *vitesse d'absorption à volume constant* $\left(\text{celle-ci étant alors caractérisée par la vitesse de chute de la pression } \frac{dp}{dt}\right)$, on démontre aisément que cette vitesse doit être proportionnelle d'une part à la pression de l'oxygène p, d'autre part à la quantité totale d'oxygène fixée $(p_0 - p)$ (en désignant par p_0 la pression de l'oxygène au début de l'oxydation) :

$$\frac{dp}{dt} = kp(p_0 - p). \tag{1}$$

C'est ce que l'expérience nous a montré dans le cas de l'acide abiétique.

Étude expérimentale. — L'acide abiétique a été préparé par isomérisation chlorhydrique de la colophane d'Alep, cristallisé 3 fois dans l'alcool, fondu dans le vide à 200°, et dissous dans le xylène pur. Nous utilisons ordinairement des solutions à 40 pour 100. L'appareil utilisé est une ampoule de 50^{cm^3} que l'on ferme à la lampe après avoir introduit le corps et une atmosphère d'oxygène. On mesure la pression de ce gaz à l'aide d'un manomètre à mercure qui permet de maintenir constant le volume occupé par le gaz. Les mesures de pression sont faites au cathétomètre; on fait subir à ces mesures les corrections de températures, et l'on tient compte de la pression des gaz inertes contenus dans l'oxygène. Toutes les expériences sont faites dans l'obscurité.

Les résultats sont résumés dans les courbes de la figure ci-après où nous avons porté en abscisses les temps, et en ordonnées, pour la courbe I, $\frac{dp}{dt}$; pour la courbe II, $a = \frac{100}{p}\frac{dp}{dt}$; enfin, pour la courbe III, $b = \frac{100}{p(p_0 - p)}\frac{dp}{dt}$.



Nous voyons que le rapport $\frac{100}{p(p_0 - p)}\frac{dp}{dt}$ est constant, sauf dans la première partie de la réaction où sa valeur anormale s'explique aisément par la quantité d'oxygène absorbée pendant les manipulations précédant l'expérience ou des produits d'oxydation mal éliminés par les cristallisations.

Nature des produits d'oxydation. — L'étude de l'oxydation à pression constante, dans le détail de laquelle nous ne pouvons entrer ici, montre que la vitesse d'oxydation croît sensiblement jusqu'au moment où il a été fixé un atome d'oxygène par molécule d'acide abiétique, puis décroît pour devenir pratiquement nulle quand 2 atomes d'oxygène sont fixés. Le produit relativement stable d'oxydation obtenu finalement est donc un oxyde AO^2 et le produit intermédiaire, jouant le rôle de catalyseur, doit être un oxyde AO.

Dans la première partie de la réaction (en première approximation du moins) la totalité des molécules A évolue vers le terme AO (actif ou inactif). Quand il ne reste plus à oxyder de molécules A libres, ce sont les molécules AO qui, à leur tour, sont oxydées par le peroxyde :

$$AO(O^2) + AO \rightarrow 2AO(O) \rightarrow 2AO^2.$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Condensation du chlorure de l'acide diméthylacrylique avec le benzène. Obtention de la diméthylvinylphénylcétone.* Note de M. **Georges Darzens**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Au cours de ses recherches sur les dérivés de l'acide acrylique, Ch. Moureu a été amené à faire réagir, sous l'action du chlorure d'aluminium, le chlorure d'acryle sur les carbures aromatiques en vue de préparer les vinylarylcétones [1]. Il ne tarda pas à s'apercevoir que cette réaction était accompagnée d'une cyclisation, et qu'il obtenait ainsi des hydrindones [2] conformément au schéma :

$$C_6H_6 + Cl-CO-CH=CH_2 \xrightarrow{-HCl} C_6H_5-CO-CH=CH_2 \rightarrow C_6H_4<\begin{smallmatrix}CH_2-CH_2\\CO\end{smallmatrix}$$

Ayant voulu préparer et étudier les 3.3-dialcoylhydrindones dont je prévoyais les propriétés intéressantes, j'ai été amené à reprendre cette réaction de synthèse en l'appliquant à l'acide diméthylacrylique, homologue ββ-diméthylé de l'acide acrylique de formule

$$(CH^3)^2C=CH-CO^2H.$$

La présente Note résume les résultats obtenus en condensant le chlorure de l'acide diméthylacrylique avec le benzène : ceux-ci amènent au fait assez surprenant que la réaction s'arrête à son premier terme, c'est-à-dire à la diméthylvinylphénylcétone, la cyclisation devant donner la diméthylhydrindone cherchée ne s'effectuant pas,

$$C_6H_5H + ClCO-CH=C<\begin{smallmatrix}CH^3\\CH^3\end{smallmatrix} \xrightarrow{-HCl} C_6H_5-\overset{+}{\underset{1}{C}}O-\overset{-}{\underset{2}{C}}H=\overset{+}{\underset{3}{C}}<\begin{smallmatrix}\overline{C}H^3\\\overline{C}H^3\end{smallmatrix}$$

Il en résulte un mode d'obtention fort simple de la diméthylvinylphénylcétone qui n'était pas connue, et qui est susceptible de se prêter à d'autres synthèses intéressantes.

(1) Ch. Moureu, *Thèse de la Faculté des Sciences de Paris*, 1893, p. 54.

(2) Ch. Moureu, *Bulletin de la Société chimique*, 3e série, 9, 1893, p. 570; *Annales de Chimie*, 7e série, 2, 1894, p. 199.

L'acide diméthylacrylique, nécessaire à ce travail, a été préparé par l'action des hypochlorites alcalins sur l'oxyde de mésytile, selon une méthode déjà indiquée par Barbier et Leser [1] qui, grâce à quelques modifications, m'a permis d'avoir aisément cet acide. Il distille sans décomposition à 105-110° sous 15^{mm} et donne, par l'action du chlorure de thionyle, le chlorure correspondant, liquide incolore relativement stable, distillant à 53° sous 13^{mm}.

La condensation du chlorure de l'acide diméthylacrylique avec le benzène est des plus faciles; je l'ai réalisée de la manière suivante :

On commence par mélanger dans un ballon 118^{g},5 (1^{mol}) du chlorure de l'acide avec 936^{g} (12^{mol}) de benzène soigneusement séché sur le sodium, puis ce ballon étant refroidi à 0°, on y introduit lentement, et en agitant bien, 135^{g} de chlorure d'aluminium anhydre finement pulvérisé en veillant à ce que la température ne dépasse pas + 5°. Le chlorure d'aluminium entre en dissolution, le liquide prend une teinte jaune brunâtre et il ne se dégage pas d'acide chlorhydrique pendant cette première phase de la préparation. On maintient le mélange à 0° pendant une heure environ en agitant fréquemment pour favoriser la dissolution du chlorure d'aluminium, puis tout en maintenant le ballon dans la glace, on le met en relation avec une trompe à eau pour faire un vide partiel qui ne tarde pas à déterminer un dégagement abondant de HCl. Lorsque ce dégagement se ralentit, on laisse revenir le mélange à la température ambiante, et l'on termine en le chauffant au bain-marie vers 40° tout en maintenant le vide. A noter que ce chauffage est tout à fait nécessaire, car sans cela, les rendements seraient fort réduits. Il ne doit pas être non plus trop prolongé sous peine de provoquer une polymérisation du corps cherché. L'opération terminée, la masse qui a pris une teinte jaune verdâtre est versée sur de la glace et violemment agitée pour décomposer le complexe chloro-aluminique, ce qui s'accompagne de la décoloration de la solution benzénique; celle-ci est décantée, soigneusement lavée à l'eau acidulée de HCl, puis à la solution de carbonate de soude, et séchée sur le sulfate de soude anhydre. Enfin, on la distille avec un bon Vigreux, d'abord à la pression ordinaire pour séparer le benzène, et finalement au vide. Après une deuxième rectification au vide, on obtient environ 64^{g} d'un liquide incolore distillant à 134°-136° sous 12^{mm} et présentant une faible odeur aromatique, c'est la diméthylvinylphénylcétone cherchée (rendement : 40 pour 100 environ de la théorie).

Le corps ainsi obtenu ne présente aucun des caractères des hydrindones, il ne se combine pas au bisulfite de soude et par oxydation au permanganate alcalin, il donne exclusivement de l'acide benzoïque et non de l'acide phtalique comme cela aurait lieu s'il y avait eu cyclisation; par contre, il fixe le brome pour donner un dérivé dibromé.

C'est un corps parfaitement stable, et il est même à remarquer que la

(1) BARBIER et LESER, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, 33, 1905, p. 815.

fonction cétone y est masquée, il ne donne pas de combinaison cristallisée avec la phénylhydrazine et l'hydroxylamine et je n'ai pas pu réussir à obtenir avec la phénylhydrazine de pyrazoline comme le donne généralement les cétones α-β-éthyléniques.

Toutes les tentatives faites pour cycliser cette cétone éthylénique ont échoué, et ce résultat négatif était d'ailleurs à prévoir puisque l'action du chlorure d'aluminium, corps particulièrement actif de cyclisation, ne l'avait pas cyclisé au cours de la préparation.

Comment expliquer cette résistance singulière à la cyclisation ? L'empêchement stérique est un vain mot, bien que souvent invoqué dans ces circonstances. J'admettrais plus volontiers qu'elle est en relation avec les phénomènes de polarisation induite dans la chaîne de carbone, théorie selon laquelle ces atomes ont alternativement des polarités positives et négatives. Les deux groupes méthyles auraient pour effet d'augmenter la polarité positive de l'atome de carbone 3, ce qui l'empêche de s'unir au carbone du cycle qui est lui-même positif.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Microdosage du carbone et dosage de cet élément dans la terre végétale.* Note (¹) de M. **Maurice Nicloux**, présentée par M. A. Desgrez.

J'ai fait connaître, en 1927 (²), une microméthode de dosage du carbone basée sur l'oxydation argento-sulfochromique, ne demandant qu'un appareillage tout à fait réduit en raison de la grande facilité avec laquelle est réalisée l'absorption, il serait plus exact de dire la captation, de l'acide carbonique produit. Une étude très complète de cette méthode a été faite par mon élève A. Boivin (³) qui a montré qu'elle pouvait être appliquée, à deux ou trois exceptions près, à *tous* les corps carbonés, en prenant la précaution toutefois de brûler, à l'état de CO^2 (⁴), l'oxyde de carbone qui peut éventuellement se former : en traces ou en très petite proportion dans la plupart des cas, mais parfois aussi en quantité qui est loin d'être négligeable, et, dans ce dernier cas, d'autant plus grande, pourrait-on dire,

(¹) Séance du 21 octobre 1929.

(²) M. Nicloux, *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 890 et *Bull. Soc. chim. biol.*, 9, 1927, p. 639-677.

(³) A. Boivin, *Comptes rendus*, 187, 1928, p. 1076.

(⁴) Grâce à une modification *ad hoc* de mon appareil.

que les corps mis en expérience sont plus facilement oxydables. J'ajoute qu'une des applications les plus intéressantes de cette microméthode, sur laquelle je me suis permis d'insister dès mes toutes premières publications sur ce sujet, est celle de la détermination du carbone urinaire. A ce point de vue, elle a, depuis deux ans, et sans que rien n'ait été changé à la technique primitive, rendu les services qu'on est en droit d'attendre d'elle dans les laboratoires français et étrangers où elle est appliquée.

M'étant efforcé, depuis un certain temps déjà, de déterminer la quantité de carbone contenue dans la terre végétale, donnée d'un intérêt évident, j'ai songé tout naturellement à mettre en œuvre mon microdosage du carbone et j'ai constaté immédiatement que l'application à ce cas particulier était, somme toute, facile. Mais, si l'on se place à un point de vue tout à fait spécial : celui de rendre la méthode accessible dans tout laboratoire de ressources limitées, le problème, posé sous cet angle très différent, devient beaucoup plus difficile à résoudre. Il faut en effet, entre autres desiderata : 1° éviter l'emploi de la microbalance, appareil délicat et surtout coûteux; 2° conduire, si possible, l'oxydation d'une façon telle qu'elle ne donne plus d'oxyde de carbone; ainsi, du même coup, on supprimera la complication qui nécessairement s'ensuit, de brûler ce gaz pour le transformer en CO^2.

Ce sont ces deux problèmes, d'un intérêt théorique très limité, mais d'une réelle importance pratique, que j'ai résolus. Il m'est impossible, cela va sans dire, de donner ici, dans ses détails, la technique analytique suivie et je dois me contenter d'en indiquer les seules grandes lignes. Voici donc brièvement comment on opère :

L'échantillon de terre, d'une centaine de grammes, est desséché à l'étuve à 37-38° pendant plusieurs jours, puis pulvérisé et passé au tamis 120. On dispose ainsi pour l'analyse d'un produit aussi homogène que possible, pulvérulent, sec. On commence par le diluer en proportion déterminée — au tiers, au cinquième, au dixième, suivant la richesse présumée en carbone — dans du sulfate de soude pur, anhydre, passé au tamis 120. A cet effet on pèse un gramme (ou moins) de terre, quelques grammes (2 à 4) de sulfate de soude, et l'on introduit les deux substances dans un petit matras en verre épais où se trouvent déjà cinq ou six grosses billes d'acier ($d = 9^{mm}$ environ); le tout est soumis alors à une agitation violente pendant quelques minutes au terme desquelles le produit est d'une homogénéité parfaite. On en prélèvera 100 à 200^{mg} de manière à mettre en jeu des quantités de carbone voisines de 3^{mg}.

Il reste alors à conduire l'oxydation de telle façon qu'elle ne puisse donner naissance à de l'oxyde de carbone, pour cela on l'effectue en deux temps : dans un premier temps, par le mélange acide sulfurique, iodate de potasse, sulfate d'argent [1], puis dans un

[1] Ce dernier sel agissant comme accélérateur, comme l'a montré Simon.

second temps par du bichromate de potasse (1). L'acide iodique commence l'attaque (2), l'acide chromique la termine.

Voici maintenant les résultats des déterminations de carbone total, exprimés en grammes pour 100g de terre desséchée et passée au tamis 120, dans cinq échantillons d'origines différentes; je fais figurer dans le tableau le carbone des carbonates (3), on en déduit, par différence, le carbone organique :

	I. Jardin.	II. Jardin.	III. Terreau.	IV. Jardin.	V. Forêt.
Carbone total...........	6,31	5,32	21,50	6,78	4,51
» des carbonates..	2,08	3,22	1,02	0,03	0,02
» organique......	4,23	2,10	20,48	6,75	4,49

En résumé, en diluant la terre, on réalise le microdosage du carbone qu'elle contient sans microbalance. L'appareillage, la technique sont simples, la précision suffisante. A ces différents titres, il pourra, croyons-nous, rendre quelques services.

GÉOLOGIE. — *Découverte du Cénomanien dans la vallée de Ganzeville (Seine-Inférieure).* Note de M. **C.-P. Nicolesco**, présentée par M. Pierre Termier.

Le Cénomanien du département de la Seine-Inférieure et du Pays de Caux en général a fait l'objet de nombreuses études. A part celles classiques de E. Hébert, A. de Lapparent et de MM. J. Lambert, A. Bigot, etc., il y a lieu de mentionner les travaux plus récents de MM. G.-F. Dollfus, R. Fortin, P. Lemoine (4). Les uns apportent une large contribution à la connaissance

(1) A cet effet, le tube laboratoire porte un petit appendice soufflé où se trouve, logé à l'avance, et maintenu en place par une goutte d'acide sulfurique qui l'humecte, le bichromate de potasse.

(2) Et en présence d'acide iodique, CO ne peut vraisemblablement se former.

(3) Dosé par la méthode que j'ai publiée récemment *Soc. Biol.* **101**, 1929, p. 182.

(4) G.-F. Dollfus et R. Fortin, *Le Crétacé de la région de Rouen* (*Bull. Soc. Étude Sc. Nat. Elbeuf*, **32**, 1913, p. 45-67; Elbeuf-sur-Seine, 1914). — R. Fortin, *A propos de fossiles du Cénomanien de Rouen* (*Bull. Soc. Amis. Sc. nat. Rouen*, **49**, 1913, p. 113-115; Rouen, 1914). — P. Lemoine, *Sur les résultats d'un sondage profond à l'hôtel des Grandes-Dalles* (*Seine-Inférieure*) (*Bull. Muséum Hist. Natur.*, **15**, p. 225-230; Paris, 1910). — Id. *La Géologie profonde du Pays de Caux* (*Assoc. franç. avanc. des Sc.* : *C. R. 43e Session, Congrès du Havre*, 1914, p. 391-398).

de la Géologie de ces régions; les autres mettent en évidence le parti pratique qu'il y a à en tirer. M. Paul Lemoine, professeur au Muséum d'Histoire Naturelle, notamment, a montré, en réunissant les résultats des sondages profonds du Pays de Caux et ceux du bassin de Paris, le grand intérêt que présente cet étage pour les recherches d'eau potable.

Sur le terrain, les couches cénomaniennes sont souvent difficiles à distinguer des strates turoniennes, si l'on tient compte uniquement des caractères topographiques et géographiques. Comme celles-ci, elles donnent des modelés peu différents, sont cachées par une végétation aussi abondante, possèdent des vallées également humides et drainées par de faibles cours d'eau, etc. Mais si l'on utilise leurs caractères pétrographiques et paléontologiques, on peut facilement les reconnaître, exception faite toutefois pour celles appartenant aux horizons de passage soit à l'Albien, soit, plutôt, au Turonien.

En explorant la région au Sud, SO et SE de Fécamp, j'ai découvert de nombreux affleurements cénomaniens, nettement caractérisés, qui n'existent pas sur la première édition de la Carte géologique (feuille *Yvetot*); certains, comme ceux du versant oriental de la vallée de Ganzeville, montrent des couches sur plus de 6^{km}.

Dans ces contrées, le Cénomanien n'était connu jusqu'à ce jour que sur les deux versants du Val-aux-Clercs et sur le versant occidental seulement de la vallée de Ganzeville. Deux carrières indiquées sur la Carte géologique, l'une celle du Val-aux-Clercs abandonnée, l'autre la carrière près de Bec-de-Mortagne aujourd'hui disparue, d'une part, et le tracé de la ligne de chemin de fer de Bréauté-Beuzeville à Fécamp, d'autre part, avaient permis la mise à jour des assises de cet étage qui ont servi à faire son relevé cartographique.

En été 1927, j'ai visité ces contrées et surtout la carrière abandonnée, marquée sur la carte à reviser, au Nord du croisement du Chemin de G^de^ C^ion^ n° 28 de Fécamp à Daubeuf-Serville avec la route de Tourville-les-Ifs, à Colleville, et j'y ai reconnu, d'accord avec E. Fuchs et A. de Lapparent, auteurs de la première édition, des assises noduleuses du Turonien inférieur à *Inoceramus labiatus*, *Rhinch. Cuvieri*, etc. dans presque toute la hauteur du front de taille sauf à la base, entièrement masquée par des éboulis. Au mois d'août dernier, j'ai revu cette carrière. Des ouvriers avaient mis à jour le bas de l'exploitation où j'ai pu voir affleurer, sous les couches turoniennes, des assises appartenant au Cénomanien indéniable.

Ce sont des calcaires gris, plus ou moins homogènes, tantôt compacts et

très durs, tantôt vacuolaires et friables, à nombreux fossiles. J'y ai recueilli : *Serpula antiqua*, *Catopygus carinatus*, *Terebratula biplicata*, *Ostrea lateralis*, *Spondylus striatus* et *spinosus*, *Pecten* (*Chlamys*) *asper*, *Neithea quinquecostata*, *Acanthoceras rotomagense* et *Mantelli*, *Schlœnbachia varians*, *Turrilites tuberculatus*, etc., en un mot un nombre assez important de formes caractéristiques de cet étage. Le passage du Cénomanien au Turonien paraît se faire insensiblement. Dans l'ensemble, j'y ai reconnu les mêmes caractères que ceux rencontrés dans les vestiges des exploitations autrefois prospères du vallon sous le bois de la Ferme Pétreval, dans la carrière de Val-aux-Clercs, etc.

Au Nord de la carrière de Ganzeville, les couches cénomaniennes sont masquées par des habitations de la commune de ce nom et semblent devoir être plus ou moins couvertes, par de l'argile à silex et des alluvions de pente, jusqu'après le premier tournant du Chemin de G^de^ C^ion^ n° 28. A partir de cet endroit, ou plus précisément de la borne 18 jusqu'à la borne 14, situées avant et après le deuxième tournant de cette route, on les voit affleurer à nouveau, très cachées, soit sous le bois et alors à une certaine altitude, soit sur le talus de la route et en ce cas à la hauteur de l'homme. Je les ai suivies sur plus de 800^m, en contre-bas de la butte Côte des Canadas, en grande partie turonienne, dont elles constituent la base.

Ce sont pour ainsi dire les mêmes calcaires compacts ou vacuolaires, durs ou friables, variablement chargés de glauconie, parfois siliceux, à *Pecten* (*Chlamys*) *asper*, *Neithea quinquecostata*, *Terebratula biplicata*, *Spondylus striatus*, etc. Leur âge ne fait ombre de doute.

Plus au Nord, le Cénomanien disparaît sous des taillis et terres végétales avant la borne 12 ; mais il semble qu'il se continue souterrainement sur 500^m environ sous forme d'un gradin. En face de la briqueterie de Saint-Ouen et à quelque 150^m de la bifurcation de la route de Fécamp à Rouen deux ouvertures ont mis à jour la craie turonienne, noduleuse à *Inoceramus labiatus*, *Rhinch. Cuvieri*, etc. Il m'a été impossible de voir où se fait le passage entre les deux étages.

Au Sud de la carrière de Ganzeville, le Cénomanien affleure en de nombreux endroits le long de la route passant par Bec-de-Mortagne et disparaît dans la région, où se trouve la source qui alimente en eau la com-

mune de Goderville, située entre Côte-Côte et le Carreau. Dans les carrières de Bec-de-Mortagne, les couches cénomaniennes doivent se trouver au soubassement.

Le plongement des strates sédimentaires est NNE et en général assez faible, 2 à 3 degrés.

Cette découverte semble devoir être plus spécialement destinée :

1° à limiter les recherches pour l'étude des fractures constituant la faille de Lillebonne à Fécamp;

2° à apporter une contribution aux travaux d'approvisionnement en eau potable que le Service des Eaux entreprend actuellement;

3° à relever l'existence d'affleurements calcaires crayeux pouvant être exploités en carrière dans d'excellentes conditions techniques.

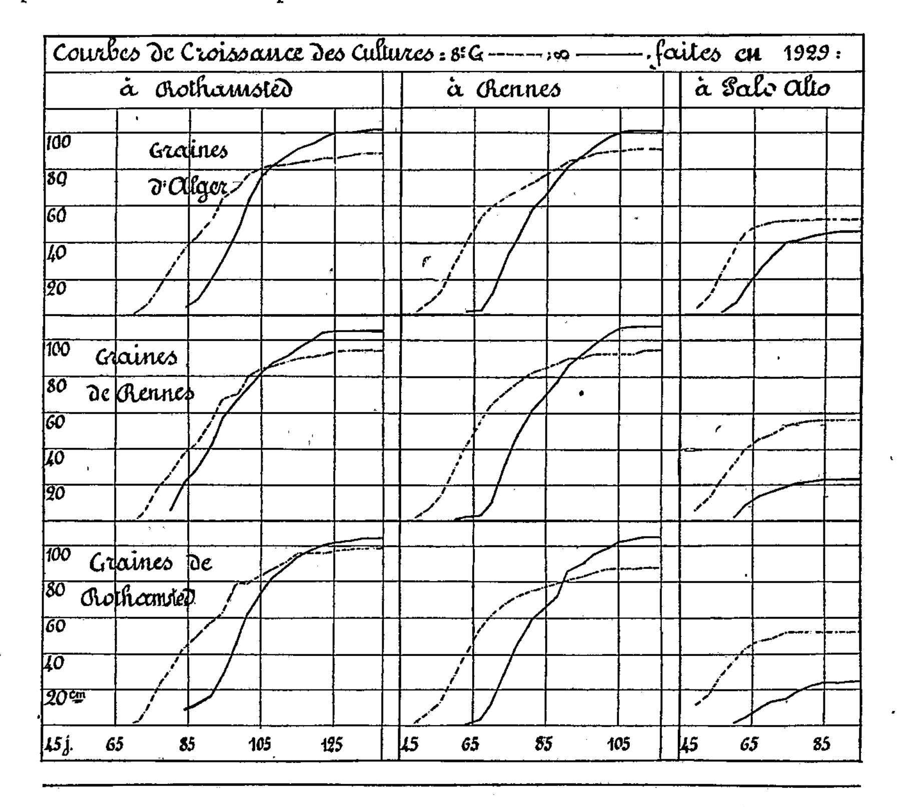
BOTANIQUE. — *Suite des recherches sur le caractère précocité et son hérédité dans le* Lepidium sativum. Note (¹) de M. **Pierre Lesage**, présentée par M. Molliard.

Les cultures en plein air du *Lepidium sativum* et de sa variété précoce issues de graines de 1928 provenant de Rennes ou ayant mûri en 2ᵉ génération à Alger, à Rothamsted, et semées en mars 1929 à Alger, Marseille, Valence, Le Theil, Rennes, Rothamsted (Angleterre) et Palo Alto (Californie) ont donné des résultats qui m'ont permis de construire, pour les cinq dernières stations, les courbes de croissance des plantes précoces de 3ᵉ, 5ᵉ et 8ᵉ générations de plein air après la vie sous châssis, et des plantes témoins toujours de plein air. Je désire n'en présenter que quelques-unes parce que celles des 3ᵉ, 5ᵉ et 8ᵉ générations se superposant plus ou moins, pour ne pas compliquer et embrouiller le tableau ci-après, je n'y ai figuré que les courbes des plantes de 8ᵉ génération (8ᵉ G.) pour les opposer à celles des plantes témoins toujours de plein air (∞), et encore seulement celles des stations les plus éloignées en latitude Nord, Palo Alto (37°) et Rothamsted (51°) pour les comparer à celles de Rennes (48°).

L'allure générale de ces courbes est la même partout : les plantes de la 8ᵉ génération en plein air après la vie sous châssis sont toujours précoces sur

(¹) Séance du 28 octobre 1929.

les plantes témoins. L'hérédité du caractère précocité se conserve donc encore jusqu'à la 8e génération en plein air au moins. Il y a cependant lieu de faire quelques remarques ; j'en présente tout d'abord deux parce qu'elles s'imposent à la seule inspection du tableau.



1° Dans les cultures de Rothamsted provenant des graines de Rennes, la différence entre la 8e G. et le témoin ∞ est moins marquée qu'ailleurs et l'on est porté à croire, dans ce cas, que l'hérédité du caractère précocité s'atténue. Mais il ne faudrait pas généraliser car si, au lieu du tableau considéré, on examinait le tableau que j'ai fait de toutes les courbes des cinq stations, on verrait, dans plusieurs cas, la courbe de 3e G. se rapprocher de celle du témoin plus que la courbe de 8e G. Il ne faut donc voir là qu'un cas d'espèce qui, à lui seul, ne peut justifier une conclusion trop hâtée, mais qu'il sera intéressant de suivre.

2° En général et dans les cultures de Rennes et de Rothamsted, les plantes précoces ont un rendement final plus faible que celui des plantes témoins ; dans les cultures de Palo Alto, les témoins sont non seulement en

retard, mais encore ont un rendement final plus faible que celui des plantes précoces. Cela tient aux conditions climatiques et thermiques de cette station et nous ramène à la notion d'un optimum de température qu'ont suggérée les plantes cultivées et mesurées en 1927 (¹) à Alger dont la latitude est voisine de celle de Palo Alto.

D'autres remarques peuvent encore être faites.

Dans le tableau présenté, toutes les courbes ont été construites à la même échelle avec, pour abscisses, les temps comptés en jours, à partir du semis et, pour ordonnées, les tailles mesurées deux fois par semaine. En ce qui concerne ces tailles, il ne peut être question de les comparer d'une station à l'autre pour diverses raisons et, en particulier, parce que les sols n'étaient pas les mêmes.

La période végétative est plus courte à Palo Alto qu'à Rennes et plus courte à Rennes qu'à Rothamsted. Cela tient surtout aux températures qui ont été différentes aux trois stations.

En comparant entre elles les courbes du témoin dans chaque station ou celles de la 8ᵉ G., on ne perçoit pas encore que deux générations de vie dans le Midi (à Alger) soient suffisantes pour conférer la précocité dans le Nord (à Rennes ou à Rothamsted. A ce sujet, je dois ajouter que, dans des cultures complémentaires faites à ce point de vue, j'ai observé que deux générations successives sous châssis ont été insuffisantes en 1929 pour révéler cette précocité en plein air; comme, d'autre part, deux générations successives ont suffi en 1913 (²), il y a lieu de continuer à rechercher en détail les conditions dans lesquelles se garde et se manifeste le souvenir de la vie sous châssis.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Variations dans la composition des rameaux frais de l'Amélanchier* (Amelanchier vulgaris *Mœnch*) *au cours de la végétation d'une année*. Note de MM. **M. Bridel** et **J. Rabaté**, présentée par M. L. Mangin.

Nous avons étudié les variations des sucres réducteurs, des sucres hydrolysables par l'invertine et de l'améliaroside, glucoside que nous avons

(¹) Pierre Lesage, *Influence de la chaleur sur l'énergie potentielle des plantes* (*Comptes rendus*, 185, 1927, p. 1606).

(²) Pierre Lesage, *Sur la précocité provoquée et héritée dans le* Lepidium sativum *après la vie sous châssis* (*Revue générale de Botanique*, 38, 1926, p. 79).

isolé, en 1928, de l'écorce d'Amélanchier [1], en collaboration avec M. C. Charaux.

Les rameaux frais d'Amélanchier, expédiés tous les mois de Briançon, étaient, dès leur arrivée, traités par l'alcool bouillant. La solution alcoolique filtrée était distillée à sec et le résidu était repris par l'eau toluénée de façon à obtenir une solution dont 100^{cm^3} représentaient 100^g de rameaux frais.

Le dosage des sucres réducteurs a été effectué par la méthode de M. G. Bertrand; le dosage des sucres hydrolysables par l'invertine, par la méthode de Em. Bourquelot, et celui de l'améliaroside par hydrolyse au moyen de l'émulsine, suivant la méthode du même auteur.

Le tableau suivant résume les résultats obtenus pour 100^g de rameaux frais.

Dates.	Sucre réducteur.	Sucres hydrolysables par l'interverline.	Améliaroside.
	g	g	g
13 avril	0,442	0,621	0,898
4 mai	0,534	0,247	0,707
4 juin	0,538	0,127	0,973
3 juillet	0,443	0,231	0,651
25 juillet	0,535	0,484	0,889
10 septembre	0,698	1,397	1,099
10 octobre	0,583	1,175	0.847
14 novembre	0,481	0,872	0,945
11 décembre	0,664	0,787	1,162
19 janvier	1,163	0,552	1,197
7 février	1,294	0,382	0,553
6 mars	0,928	0,551	1,169

Le tableau part du mois d'avril qui correspond à la reprise de la végétation de l'Amélanchier dans la région de Briançon (1350^m d'altitude).

Sucre réducteur. — Il reste à peu près constant du mois d'avril au mois de décembre la moyenne étant de $0^g,546$.

A partir du milieu de novembre, on constate une montée régulière de $0^g,481$ à $1^g,294$ au début de février.

Puis pendant les mois de février et de mars, la quantité de sucre réducteur baisse rapidement pour atteindre $0^g,442$, le 13 avril.

Sucres hydrolysables par l'invertine. — L'indice de réduction est très élevé

---

[1] M. Bridel, C. Charaux et J. Rabaté, *Sur l'améliaroside, nouveau glucoside de l'écorce de l'*Amelanchier vulgaris *Mœnch* (*Comptes rendus*, 187, 1928, p. 56).

pendant les mois de juin et juillet. Pendant les autres mois, il oscille autour de l'indice de réduction théorique du saccharose.

Ces sucres passent par deux maxima, l'un au mois d'avril ($0^g,621$) et l'autre au mois de septembre ($1^g,397$). Au moment de la reprise de la végétation, la plante utilise les sucres hydrolysables par l'invertine et, cela, jusqu'en juin où elle n'en contient plus que $0^g,127$.

On constate alors de juin à septembre une augmentation de ces sucres de réserve; cette période est celle pendant laquelle l'Amélanchier est revêtu de ces feuilles et où l'assimilation chlorophyllienne lui permet d'effectuer la synthèse des glucides.

A partir du mois de septembre, les sucres hydrolysables par l'invertine diminuent jusqu'au 7 février ($0^g,382$). Du mois de novembre au mois de février, cette diminution correspond à une augmentation des sucres réducteurs : elle peut tenir à une simple hydrolyse du saccharose en ses constituants.

Pendant les mois de février et de mars, et jusqu'au 13 avril, les sucres hydrolysables par l'invertine augmentent de $0^g,382$ à $0^g,621$, alors que les sucres réducteurs diminuent de $1^g,294$ à $0^g,442$. Il est possible que, pendant cette période, la plante effectue la synthèse du saccharose aux dépens de ses sucres réducteurs.

Améliaroside. — Les indices de réduction varient de 346 à 218, la moyenne étant de 276, chiffre supérieur à l'indice de réduction de l'améliaroside, 232.

La teneur en améliaroside varie d'un mois à l'autre et il est impossible de trouver une interprétation plausible de ces variations. Il y a, néanmoins, une augmentation du 13 avril ($0^g,898$) au 19 janvier ($1^g,197$), avec des diminutions aux mois de mai, juillet et octobre. La plus faible teneur en améliaroside a été constatée le 7 février ($0^g,553$) et les plus fortes, le 19 janvier ($1^g,197$) et le 6 mars ($1^g,169$).

Tout ce que l'on peut conclure de l'examen de ces résultats, c'est que, dans les rameaux frais de l'Amélanchier, la teneur en améliaroside varie fortement d'un mois à l'autre, sous des influences qui nous échappent.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Contribution à nos connaissances sur le Piétin du Blé*. Note de MM. **Ét. Foëx** et **Ét. Rosella**, présentée par M. L. Mangin.

La question a été l'objet de nombreux travaux et notamment les magistrales études de Prillieux, Delacroix, Mangin; ce dernier a donné des agents, auxquels il attribue le Piétin, une description dont Fron, Ducomet, Foëx n'ont pu que vérifier la précision.

On distingue généralement : 1° Le *Piétin épi blanc* ou *Piétin échaudage* (communément rapporté à l'*Ophiobolus graminis*); 2° le *Piétin verse* (généralement attribué au *Leptosphæria herpotrichoides*). Cette année, dans ceux des champs de Seine-et-Oise et Eure-et-Loir que nous avons exa-

minés, nous avons surtout rencontré le Piétin épi blanc, qui était accompagné tantôt de l'attaque de l'*O. graminis* et tantôt de celle d'un champignon dont la présence était constante dans le cas du Piétin verse. Nous avons étudié les divers microorganismes qui nous ont paru être plus ou moins directement associés au Piétin.

1. *Ophiobolus graminis.* — La base de la tige et les racines brunissent sous son action. A partir des plaques mycéliennes, fort bien décrites par Mangin, s'effectue la pénétration de rameaux mycéliens qui après avoir provoqué une forte réaction de la part des parois cellulaires de l'hôte, envahissent les cellules épidermiques et corticales et gagnent parfois la moelle. La pénétration en profondeur est surtout grande dans les racines et jeunes talles. La coloration très foncée du mycélium intracellulaire donne aux organes envahis la teinte presque noire signalée plus haut.

En culture sur gélose, le mycélium brun foncé a donné au bout d'un mois des périthèces d'*O. graminis*. Des inoculations effectuées sur des blés cultivés en milieux aseptiques ont abouti à de violentes infections suivies de la production de plaques mycéliennes.

2. *Leptosphæria herpotrichoides.* — Des périthèces de ce champignon, si bien étudié par Mangin, ont été récoltés à plusieurs reprises sur des chaumes ayant hiverné sur le sol. Des cultures obtenues à partir des ascospores présentent un mycélium aranéeux, blanc sale, qui vire lentement au verdâtre. Des blés cultivés en milieux aseptiques ont, à la suite d'inoculations, été faiblement infectés.

3. *Champignon X.* — Dès le mois de mai, nous avons souvent observé, à la base des tiges, des taches ocellées répondant macrospiquement à la description des médaillons ovales à *Leptosphæria herpotrichoides*. Autour des plaques mycéliennes noires, formées de petites cellules à parois épaisses, existe une zone décolorée limitée par un liséré foncé. L'attaque détermine tantôt l'échaudage, tantôt la verse. Sur une plante échaudée, la tache est localisée à la base de la tige et les racines sont peu développées, mais non altérées. La pénétration du champignon qui pousse à l'intérieur des cellules hôtes ou mycéliennes peu colorées s'effectue à partir des plaques mycéliennes, suivant un processus analogue à celui constaté chez *Ophiobolus graminis*. Des lésions, a été isolé un champignon qui, en culture sur gélose, présente les caractères suivants : colonies en amas arrondis, veloutés, gris clair, brunissant lentement contre les parois de verre du récipient. Faute d'avoir pu obtenir des fructifications de ce microorganisme nous ne pouvons l'identifier. Des infections réalisées sur de jeunes plants de blé ont

abouti à la production de caractères rigoureusement identiques à ceux observés dans la nature.

4. *Cercospora herpotrichoides*. — Sur des taches ocellées du type de celles que nous venons de décrire, sont apparues en mai ces fructifications.

5. *Wojnowicia graminis*. — A Versailles, en juin et juillet, à la base de certaines tiges de blé, s'observait un mycélium à nombreux et gros appressoria. A partir des lésions a été isolé un champignon, qui en culture sur gélose, présente les caractères suivants : mycélium verdâtre foncé, aspect tomenteux (voisin de celui qu'offrent les cultures d'*Ophiobolus herpotrichus*) disposition fimbriée (telle que celle de l'*O. graminis*); au bout d'un mois, apparition de pycnides de *Wojnowicia graminis*, semblables à celles observées sur des chaumes ayant hiverné. Des infections artificielles ont été obtenues.

6. *Ophiobolus herpotrichus*. — Sur des chaumes ayant hiverné sur le sol ont été observés en hiver et au printemps de nombreux périthèces d'*O. herpotrichus*. Les cultures effectuées à partir des ascospores présentent les caractères suivants : aspect grisâtre, bleuté, ressemblant beaucoup à l'*Ophiobolus graminis*, mais moins aranéeux que celui-ci. De faibles infections en tube stérile ont été obtenues.

En résumé, des divers champignons que nous avons isolés, les seuls dont nous ayons pu constater d'une manière marquée les dégâts dans la nature sont, pour le Piétin verse, le champignon X et pour le Piétin échaudage, le même organisme et l'*Ophiobolus graminis*.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Action à distance de divers facteurs sur le développement de l'œuf d'Oursin*. Note [1] de M. **J. Magrou**, Mme **M. Magrou** et M. **P. Reiss**, présentée par M. F. Mesnil.

Dans deux Notes antérieures [2], deux d'entre nous ont montré que des œufs d'Oursins, séparés par une plaque de quartz d'une suspension de *Bacterium tumefaciens*, peuvent donner des *pluteus* aberrants (à bras courts ou sans bras), alors qu'aucune action ne se produit si c'est une plaque de verre qui forme séparation (verre vert de lame porte-objet). Nous avons étudié du même point de vue d'autres microorganismes : staphylocoques

(1) Séance du 28 octobre 1929.

(2) *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 802, et **188**, 1929, p. 733 (avec Mlle Choucroun).

dorés d'origines diverses, des levures (*Saccharomyces* sp. et *Debaryomyces* sp.) et des ferments lactiques. Les expériences étaient disposées selon le schéma II, publié dans notre seconde Note, légèrement modifié : la cuve de quartz renfermant les œufs était enchâssée à la paraffine dans le couvercle percé d'une boîte de Petri; l'étanchéité a été vérifiée au moyen de solutions colorées. Les staphylocoques étaient en suspension dans du bouillon de viande peptoné, les levures, dans une solution renfermant du saccharose et des sels minéraux, et les ferments lactiques dans du lacto-sérum.

Staphylocoque. — Sur 27 lots exposés à travers quartz, répartis en quatre expériences, 12 ont donné un développement tout à fait aberrant, 11 un développement plus irrégulier que les témoins (nombreuses formes anormales, mêlées à des *pluteus* normaux), 4 un développement normal. Les 34 lots témoins correspondants (non exposés en cuves de quartz ou de verre ou exposés à travers verre) se sont développés de façon normale. Dans trois autres cas, où les microbes, aussitôt mis en suspension, se sont fortement agglutinés, les résultats ont été nuls ou peu prononcés.

Ferment lactique. — Sur 16 lots traités, répartis en trois expériences, 14 anormaux, 1 irrégulier, 1 normal; 17 témoins non exposés, normaux; 4 lots exposés au lacto-sérum sans microbes et 2 lots exposés aux microbes à travers verre : normaux, mais un peu moins réguliers que les précédents.

Levures. — 5 lots traités anormaux; 7 témoins normaux.

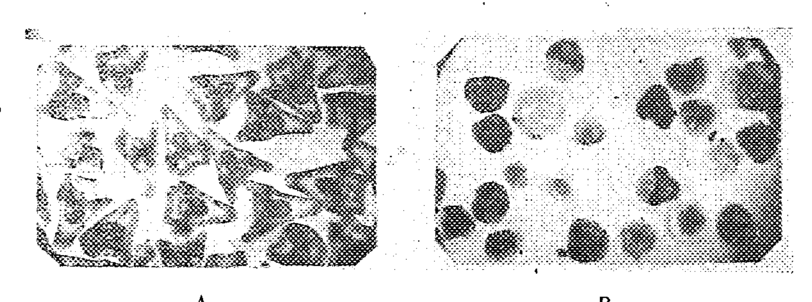
Reprenant nos recherches sur le *B. tumefaciens*, nous nous sommes assurés que ce germe, tué par la chaleur, n'agissait plus; nous avons substitué d'autre part, au bouillon de viande peptoné utilisé jusqu'ici, un milieu synthétique préparé par M. A. Berthelot ([1]). Cette solution nutritive, à la différence du bouillon de viande peptoné, s'est montrée active à elle seule, sans microbes. Les 16 lots d'œufs (répartis en cinq expériences), exposés à travers quartz au milieu Berthelot sans bactéries, ont tous donné des développements très anormaux; les 32 lots témoins correspondants, non exposés ou exposés à travers verre, des développements normaux. Pensant que l'action qui s'exerce à distance sur les œufs pouvait résulter d'une oxydation du glucose de la solution, nous avons fait agir des solutions de glucose pures ou auxquelles nous ajoutions, au moment de l'emploi, des oxydants (ferricyanure, permanganate ou bichromate de potassium, eau oxygénée). Une solution aqueuse de glucose à 1 ou 2 pour 100 s'est montrée inactive ou peu active, mais, après addition du réactif oxydant, elle a

([1]) Ce milieu sera décrit le 5 novembre 1929 à la Société de Chimie biologique.

provoqué les mêmes déformations que les microorganismes actifs ou que le milieu synthétique. Il importe que la réaction d'oxydation se prolonge un temps suffisant; aussi convient-il de renouveler fréquemment, au cours de l'expérience, la solution de permanganate (à 1 ou 0,01 pour 100) ou, mieux encore, d'employer le glucose aggloméré en une boule qui est attaquée de façon progressive par une solution concentrée de permanganate. Il n'est pas indispensable que la substance active (réactif chimique ou bactéries) soit en contact avec la plaque de quartz qui supporte les œufs; dans certains cas, d'ailleurs, nous avons renversé le dispositif en plaçant la substance dans une cuve de quartz posée sur la cuve de verre qui renfermait les œufs.

Sur 36 lots exposés, dans les conditions reconnues favorables, à ces réactions d'oxydation, 28 ont donné des développements anormaux, 8 des développements normaux. Les 70 lots témoins correspondants (56 non exposés, 14 exposés à travers verre) ont donné des développements normaux. Les expériences ont été faites, autant que possible, à la température de 23° environ. L'action se manifeste beaucoup plus irrégulièrement au-dessous de 20°. Elle se produit aussi bien à l'obscurité qu'à la lumière.

Ces résultats sont peut-être à rapprocher de ceux de M. Siebert ([1]), qui a montré que des réactions d'oxydation agissent à distance sur des levures en favorisant leur multiplication. Ajoutons que Gurwitsch avait formulé l'hypothèse que l'effet observé par lui pouvait prendre sa source dans la glycolyse ([2]). Frank et Popoff ([3]) ont exprimé un avis semblable.



Larves d'Oursins exposées au glucose + permanganate de K.
A, à travers verre; B, à travers quartz.

Dans deux essais, nous avons cherché à réduire la durée d'exposition capable de produire la déformation des larves; une exposition de 20 minutes

([1]) *Biochem. Zeitsch*, 202, 1928, p. 115 et 123.
([2]) *Ibid.*, 196, 1928, p. 257.
([3]) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1010.

est suffisante, à condition d'être très précoce; elle s'est, en effet, montrée inefficace dès la fin du diaster de la première mitose.

Les résultats obtenus avec des réactifs chimiques suggèrent que l'action à distance exercée par les microorganismes peut être liée à certaines réactions de leur métabolisme.

BIOLOGIE PHYSICO-CHIMIQUE. — *Sur l'hypothèse du rayonnement mitogénétique*. Note de Mlle Choucroun, présentée par M. Jean Perrin.

Pour expliquer certaines actions influençant à distance le développement de certains tissus, divers auteurs ont envisagé l'hypothèse d'un rayonnement mitogénétique émané de cellules en voie de division (bouillie de racines ou de tiges d'oignon). Certains ont cru même établir avec précision la nature d'un tel rayonnement (1).

Une influence analogue avait été observée par M. et Mme Magrou en exposant au travers d'une lame de quartz, une racine d'oignon puis des œufs d'Oursins (2) à une émulsion de *Bacterium tumefaciens*. Dans ce dernier cas, on obtient des larves aberrantes, plutéi opaques à bras courts ou sans bras, au lieu des plutéi élancés constitués par les larves normales.

Ces deux auteurs et moi-même avons repris (3) les expériences relatives aux œufs d'Oursins, en agissant cette fois sur un plus grand nombre de lots, avec des conditions de symétrie et d'homogénéité améliorées, tant pour les œufs d'oursins (fécondation unique et répartition homogène) que pour la culture (répartition d'une émulsion unique dans les différents récipients). Les résultats obtenus permettaient de conclure nettement à *l'existence d'une action liée à la présence du* B. tumefaciens. Mais certains lots exposés échappaient encore totalement à l'action.

On pouvait se demander si une fois partagée en lots, la culture y conservait partout la même activité. Cette cause de dissymétrie disparaîtrait si l'on soumettait tous les lots à l'action d'une culture unique et si, de plus, on faisait tourner cette culture au-dessous des lots d'Oursins. C'est ce que j'ai proposé et fait réaliser de la manière suivante :

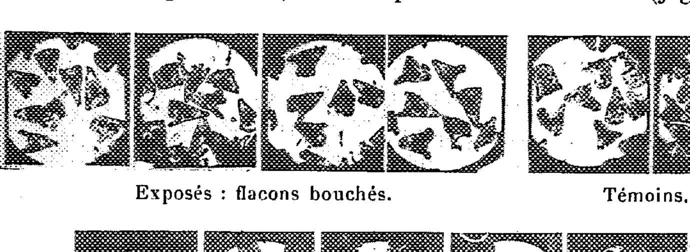
Une cuve annulaire AA qui contiendra la suspension de bactéries d'environ

(1) A. Gurwitsch, *Arch. Entwicklungsmech.*, 100, 1923, p. 11. — Reiter et Gabor, *Zelbtheilung und Strahlung*, chez Julien Springer, Berlin.

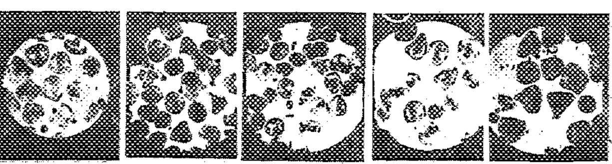
(2) J. Magrou et Mme Magrou, *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 905, et 186, 1928, p. 802.

(3) J. Magrou, Mme Magrou et Mlle Choucroun, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 733.

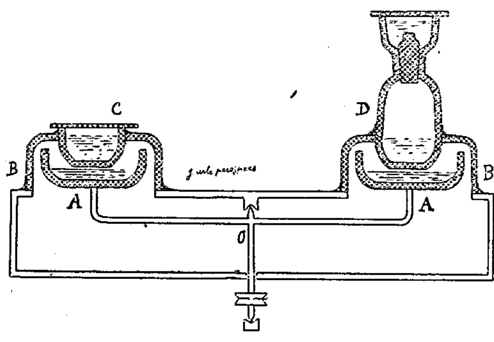
30^{cm} de diamètre extérieur et 25^{cm} de diamètre intérieur tourne autour d'un axe O au-dessous d'une autre cuve annulaire BB qui la recouvre. Cette cuve BB est percée de trous circulaires où s'ajustent au moyen de joints à la paraffine *s* les récipients de quartz C qui contiennent les lots d'Oursins. L'ensemble mécanique réalisé permet d'isoler complètement (joint à la paraffine) l'atmosphère de la culture (*fig.* 1).



Exposés : flacons bouchés. Témoins.



Exposés : capsules quartz.



Un appareil témoin exactement semblable fonctionne simultanément, la différence étant que la cuve AA n'y contient pas de culture.

Dans ces conditions d'irradiation homogène, on devait s'attendre à observer une homogénéité parfaite dans l'action. Cependant avec M. et Mme Magrou, nous avons constaté que, dans certaines expériences, des irrégularités subsistaient (lots exposés non atteints). D'autre part la plaque photographique ne donnait toujours aucune impression révélant le rayonnement supposé.

Je me suis alors attachée plus particulièrement, au laboratoire maritime de Plymouth, à éprouver cette hypothèse du rayonnement. A cet effet, certaines des capsules de quartz ont été remplacées par des flacons de quartz D bouchés à l'émeri, dont la base était constituée par des capsules déjà utilisées et dont le bouchon était entouré d'une rigole R remplie d'eau de mer fréquemment renouvelée.

Chaque expérience comportait 12 lots exposés (8 capsules ouvertes et 4 flacons bouchés) portés par l'appareil contenant le *B. tumefaciens*, et 12 lots témoins (capsules ouvertes et flacons) portés par l'autre appareil.

Je n'ai jamais observé dans les flacons bouchés aucune action du *même tumefaciens* qui exerçait cependant une très forte action dans les capsules ouvertes. Dans trois expériences, toutes les capsules exposées on donné lieu

à des développements anormaux alors que dans les flacons bouchés le développement restait normal comme dans tous les récipients de l'appareil témoin (ce qu'on peut voir sur la photographie reproduite ici à titre d'exemple).

On ne peut donc plus expliquer l'action à distance observée par un rayonnement spécial qui, s'exerçant au travers de milieux comparables, atteindrait évidemment de la même manière les lots des capsules ouvertes et ceux des capsules fermées.

Il paraît difficile alors de ne pas supposer que quelque chose de matériel, émané de la culture, arrive tout de même, probablement en suivant la paroi du récipient et en s'insinuant au travers des joints de paraffine, dans le milieu où se développent les œufs.

J'ai pu faire dans ce sens les observations suivantes : dans deux expériences, certaines des capsules contenaient seulement de l'eau de mer tant sur l'appareil à tuméfaciens que sur l'appareil témoin. Après avoir constaté que le tuméfaciens avait bien agi sur les lots d'oursins exposés en capsules ouvertes, j'ai retiré la culture et placé des œufs d'oursins provenant d'une nouvelle fécondation dans l'eau de mer exposée et dans l'eau de mer non exposée. Le développement s'est montré anormal dans les récipients qui avaient été exposés et normal dans les récipients témoins. L'eau de mer exposée avait donc été modifiée, grâce au voisinage de la culture, et ceci malgré les précautions prises contre le passage de toute vapeur.

En résumé, bien que l'expérience n'ait été poursuivie que sur des œufs d'Oursins, il semble que le résultat puisse intéresser les expériences si nombreuses relatives au rayonnement mitogénétique. Il semblerait désirable que des précautions rigoureuses soient prises pour isoler, soit le réactif, soit le test d'observation dans tous les cas où l'on a cru pouvoir expliquer les faits observés par l'hypothèse d'un rayonnement agissant sur la matière vivante.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Hydrolyses pepsique et trypsique de la gliadine du blé dans leurs rapports avec la formation des diacipipérazines.* Note de M. A. **Blanchetière**, présentée par M. A. Desgrez.

Dans deux Notes antérieures [1] et [2], j'ai étudié la formation de ces anhydrides dans l'hydrolyse fermentaire de l'ovalbumine, et constaté

(1) A. Blanchetière, *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 1321.
(2) A. Blanchetière, *Comptes rendus*, 188, 1928, p. 112.

qu'elle est inverse dans les deux cas, la limite étant par contre voisine. Pour me rendre compte si c'est là un fait général, je me suis adressé tout d'abord à la *gliadine* du blé, comme étant une substance entièrement différente de l'ovalbumine, par sa solubilité dans l'alcool aqueux, et sa teneur en certains amino-acides mise en évidence par le tableau suivant dont les chiffres sont empruntés à l'Ouvrage de Abderhalden (1) :

Amino-acides.	Ovalbumine.	Gliadine.
Leucine	6,62	5,61
Proline	2,25	7,06
Phénylalanine	4,4	2,35
Acide glutamique	12,52	37,33

Or, ces amino-acides présentent un intérêt spécial étant connus comme fournissant des anhydrides particulièrement résistants à l'hydrolyse (2), des peptides également résistants, *l*-prolyl-*l*-phénylalanine (3), acide *l*-leucyl-*d*-glutamique (2), possédant comme la proline (4) et vraisemblablement l'acide glutamique [le fait ayant été signalé pour l'acide aspartique (5)] une grande aptitude à s'anhydriser par simple ébullition dans l'eau.

Ici, la gliadine a été soumise à l'action de la pepsine et de la trypsine dans des conditions identiques à celles utilisées dans le cas de l'ovalbumine (6), et, après des temps variables d'incubation, les pour 100 de N total persistant sous forme diacipipérazique furent déterminés par ma méthode de dosage (7). Les résultats ont été les suivants :

Temps d'incubation à 37°.	Digestions pepsiques.	Digestions trypsiques.
8 jours	20,77	61,8
19 »	19,0	45,6
42 »	27,0	70,0
67 »	24,75	76,4
90 »	28,3	77,1
120 »	35,6	62,6
150 »	33,4	62,3

(1) E. ABDERHALDEN, *Biochem. Handlex.*, t. 4, 9 et 11 *passim*; Berlin, Springer.

(2) E. FISCHER, *Untersuch. über Aminosäuren, Polypeptid u. Protein*, I, p. 31 et 76, et II, p. 732; Berlin, Springer.

(3) T. B. OSBORNE et S. H. CLAPP, *Am. Journ. of Physiol.*, 18, 1907, p. 123-128.

(4) H. D. DAKIN, *Journ. biol. Chem.*, 44, 1920, p. 499-529.

(5) C. RAVENNA et G. BOSINELLI, *Atti Ac. Lincei*, 28, 1919, p. 137-139 et 281-288.

(6) BLANCHETIÈRE, *loc. cit.*

(7) A. BLANCHETIÈRE, *Bull. Soc. Chim.*, 4e série, 41, 1927, p. 101-110.

Dans les deux cas, l'allure de formation des diacipipérazines est la même que celle observée dans l'ovalbumine *crue*, vitesse et limite étant toutefois notablement plus élevées avec la gliadine surtout en présence de trypsine. Les irrégularités relevées dans l'action de la pepsine paraissent dues à l'insolubilité de la protéine dans le liquide. Avec la trypsine, la courbe passe nettement par un maximum qui prend toute sa valeur du fait qu'on l'observe également dans le cas de l'ovalbumine.

La formation des diacipipérazines est bien en relation étroite avec les amino-acides considérés plus haut, car, si aux dépens des chiffres du tableau, on calcule le pour 100 d'azote qui leur appartient, on trouve :

Ovalbumine.. $10,69 \times 6,62 + 8,49 \times 4,4 + 9,5 \times 12,52 + 12,17 \times 2,22 = 2,55$
Gliadine..... $10,62 \times 5,61 + 8,49 \times 2,35 + 9,5 \times 37,33 + 12,17 \times 7,06 = 5,26$

soit un rapport de $2,55/5,26 = 0,486$, pratiquement égal au rapport de l'azote diacipipérazique trouvé dans les deux protéines, soit à la limite, $30,07/62,3 = 0,494$, soit au moment du maximum $38,3/77,1 = 0,496$. Dans l'hydrolyse pepsique, la relation est moins nette, le rapport étant à la limite $19,9/33,4 = 0,6$, ce qui paraît comporter l'intervention d'un autre facteur.

Je laisse ici de côté la question de savoir quelle est la signification du maximum, et celle de la différence quantitative constatée entre l'action de la pepsine et de la trypsine.

Les présents résultats sont à rapprocher de ceux obtenus par Dakin (1) et par Levene et Bass (2) sur la racémisation et l'hydrolyse alcaline des protéines.

A 17h, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 17h 30m.

E. P.

(1) H. D. DAKIN et A. J. WAKEMANN, *Journ. biol. Chem.*, 13, 1912-1913, p. 357.
(2) P.-A. LEVENE et L. W. BASS, *Journ. biol. Chem.*, 82, 1929, p. 171-190.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Publications périodiques reçues pendant l'année 1928 (*suite*).

— *Benjamin*, B 91[2].
— *Bibliographie agricole*, B 235.
— *Bibliographie de la France*, B 238; *voir* Cercle de la librairie.
— *Bibliographie des sciences géologiques; voir* Société géologique de France.
— *Bibliographie scientifique française*, B 247; *voir* Bureau français du Catalogue international.
— *Bulletin des sciences mathématiques*, B 1843.
— *Chaleur et industrie*, C 202.
— *Chimie et industrie*, C 342.
— *Effort (L') économique et social.*
— *Enseignement (L') mathématique*, E 278.
— *Étoile (L') bleue*, E 429 *bis*[1].
— *Flore générale de l'Indochine*, F 69[1].
— *Francexport*, F 149.
— *Gazette des hôpitaux civils et militaires*, L 27.
— *Génie (Le) civil*, G 205.
— *Géographie (La)*, G 233.
— *Index generalis*, U 119.
— *Information (L') médicale*, I 174.
— *Journal d'agriculture pratique et journal de l'agriculture*, M 90.
— *Journal de chimie physique*, J 368.
— *Journal de pharmacie et de chimie*, B 1787.
— *Journal de physique et le radium*, J 525.
— *Mémorial de l'artillerie française*, M 677 *bis*.
— *Mois colonial et maritime*, M 1085.
— *Mouvement (Le) sanitaire*, M 1294 *bis*.
— *Nature (La)*, N 52.
— *Progrès (Le) médical*, P 684.
— *Revue bryologique*, R 1010.
— *Revue de métrologie pratique.*
— *Revue des combustibles liquides*, R 1214.
— *Revue des questions scientifiques*, R 1252.
— *Revue des roulements à billes.*

— *Revue des voyages*, R 1277.
— *Revue d'études militaires.*
— *Revue de viticulture*, R 1197.
— *Revue du béton armé et des entreprises générales*, R 1279.
— *Revue du Génie militaire*, R 1288.
— *Revue générale de l'électricité*, L 183.
— *Revue générale des sciences pures et appliquées*, R 1362.
— *Revue maritime*, R 1025.
— *Revue scientifique illustrée* (revue rose), R 1216.
— *Science et industrie*, S 193.
— *Technique (La) moderne*, T 50.
— *Tribune (La) médicale*, T 515.

ROUEN. — Société des amis des sciences naturelles : *Bulletin*, B 1527.
— Société industrielle : *Bulletin*, B 1636.
— Société normande d'études préhistoriques : *Bulletin*, B 1694[2].

SAINT-ÉTIENNE. — Société d'agriculture, industrie, sciences, arts et belles-lettres du département de la Loire : *Annales*, A 938.
— *Revue de l'Industrie minérale*, R 1123.

SCEAUX. — Institut des recherches agronomiques : *Rapport sur le fonctionnement pendant l'année....*

STRASBOURG. — Institut de physique du globe : *Annuaire*, U 139.
— Service de la carte géologique d'Alsace et de Lorraine : *Mémoires*, A 63.

TALENCE. — Observatoire : *Bulletin*, B 1032.

TOULOUSE. — Académie des sciences, inscriptions et belles-lettres : *Mémoires*, H 74.
— Observatoire : *Bulletin*, B 1033.

TROYES. — Société académique d'agriculture des sciences et arts de l'Aube : *Mémoires*, M 575.

(*A suivre*).

ERRATA.

(Séance du 26 août 1929.)

Note de M. *Jean Roche*, Sur quelques propriétés physico-chimiques de la globine naturelle :

Page 380, ligne 11, *au lieu de* pH, *lire* pK.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 12 NOVEMBRE 1929.

PRÉSIDENCE DE M. Louis MANGIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **Albert Einstein**, membre de l'Académie des Sciences de Berlin, qui assiste à la séance.

MAGNÉTISME. — *Sur l'aimantation à saturation des nickel-cobalts et les moments atomiques du nickel et du cobalt.* Note (1) de MM. **Pierre Weiss**, **R. Forrer** et **F. Birch**.

Une première étude des nickel-cobalts (2) avait donné, entre 0 et 70 pour 100 de cobalt, une variation linéaire du moment atomique, partant de 3 magnétons pour le nickel et aboutissement à 9 magnétons pour le cobalt. A partir de 70 pour 100 la matière était très dure magnétiquement et la saturation n'avait pu être atteinte.

Nous connaissons maintenant la cause de cette dureté. Elle est en relation avec la symétrie moins élevée des alliages riches en cobalt qui, de 68 à 100 pour 100 de cobalt, sont stables à basse température dans le réseau hexagonal de densité maxima (nickel-cobalts H), tandis que les alliages contenant moins de cobalt cristallisent dans le réseau du cube à faces centrées (nickel-cobalts γ) (3).

---

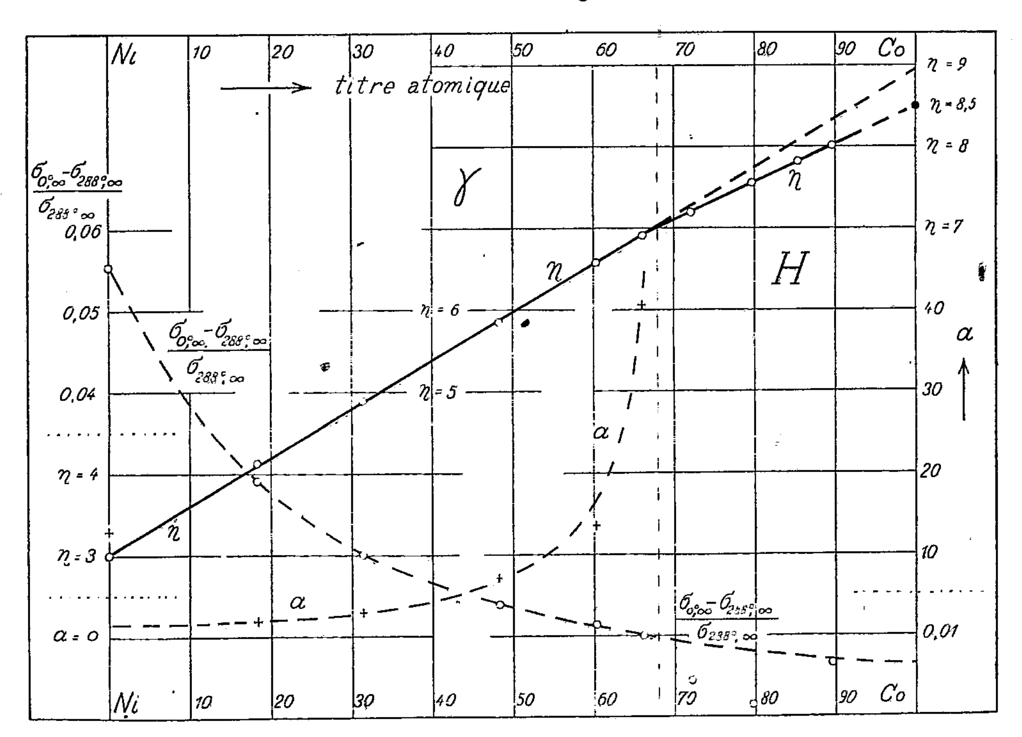
(1) Séance du 4 novembre 1929.

(2) P. Weiss et O. Bloch, *Comptes rendus*, 156, 1911, p. 941. — Bloch, *Thèse Zurich*, 1912.

(3) Masumoto, *Tohoku Sci. Rep.*, 15, 1926, p. 449. — T. Kasé, *Ibid.*, 16, 1927, p. 491.

Nous avons déterminé, avec précision, pour 9 nickel-cobalts jalonnant l'intervalle de 0 à 100 pour 100 l'aimantation à saturation à la température ordinaire et sa variation thermique jusqu'à la température de l'air liquide.

Comme pour les ferrocobalts ([1]) les données relatives à l'approche de l'aimantation vers la saturation en fonction du champ H et de la température absolue T ont été représentées par les deux courbes en traits interrompus. L'accroissement relatif de l'aimantation entre la température ordinaire et le zéro absolu a une marche régulière dans tout l'intervalle. Le



coefficient de dureté magnétique a varie régulièrement dans la région des nickel-cobalts γ et prend, dans les nickel-cobalts H, des valeurs très grandes de l'ordre de 200, non représentées dans la figure. Les extrapolations vers $H = \infty$ et $T = 0$ se font pour toute la série sans introduire une incertitude appréciable. Seul le cobalt pur est trop dur magnétiquement pour que l'aimantation dans $H = \infty$ puisse être obtenue.

La saturation absolue, exprimée en magnétons (saturation spécifique divisée par le nombre d'atomes et par 1125,6), est représentée par la courbe

([1]) *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 663.

supérieure, en trait plein. Elle comporte deux variations linéaires dans les régions γ et H. La première part du point connu, $n=3$, du nickel et aboutit à l'entier 9. La seconde donne avec exactitude $n=8,5$ pour le cobalt pur. C'est le moment que nous avons déduit (*loc. cit.*) des mesures de Seiji Kaya dans la direction de facile aimantation d'un monocristal de cobalt H. Prolongée en arrière jusqu'au nickel cette droite donne un moment voisin de 4, sans grande précision à cause de l'extrapolation lointaine.

Il est remarquable que le moment du cobalt dans les alliages γ n'est pas le même quand le métal allié est du fer ou du nickel. Dans le premier cas $n=8\frac{2}{3}$, dans le second $n=9$. Si même la première de ces valeurs numériques, qui est la moins bien déterminée, n'était pas rigoureusement exacte, il n'en resterait pas moins que les moments sont différents.

L'étude des ferrocobalts et des nickel-cobalts met encore en évidence une autre particularité intéressante. Au passage des ferrocobalts α aux ferrocobalts γ, à 78 pour 100, le moment atomique présente une discontinuité marquée. Par contre, la variation semble continue au passage des ferrocobalts γ aux ferrocobalts H et l'est certainement au passage des nickel-cobalts γ aux nickel-cobalts H. Ces faits peuvent être mis en relation avec la variation du nombre des atomes voisins, de 8 à 12, dans le passage du réseau du cube centré (α) à celui du cube à faces centrées (γ) et l'invariabilité du nombre (12) des atomes voisins dans le passage du réseau du cube à faces centrées au réseau hexagonal. D'ailleurs si les atomes sont assimilables à des sphères de même rayon, la densité croît quand on passe du cube centré au cube à faces centrées et reste la même dans le passage du cube à faces centrées au réseau hexagonal.

MÉCANIQUE INDUSTRIELLE. — *Sur la nécessité de tenir compte du retrait du béton à la prise dans le calcul des ouvrages en béton armé.* Note [1] de M. DE SPARRE.

L'intéressante Communication de M. Prot, dans la séance du 16 octobre dernier, au sujet du calcul des traverses en béton armé, m'amène à dire un mot sur la nécessité de tenir compte, ainsi que je l'ai fait dans mon Mémoire sur les conduites en béton armé, de la contraction ou de la dilatation du béton à la prise.

---

[1] Séance du 4 novembre 1929.

Supposons le cas, le plus simple, d'une poutre armée rectiligne posée sur le sol et ne subissant aucun effort extérieur, en dehors de son poids et de la réaction du sol. Soient E le coefficient d'élasticité du béton, E' celui du métal et supposons, qu'au bout d'un certain temps, le béton, s'il était seul, dût subir un certain retrait η, par unité de longueur.

Par suite de ce retrait, le contact étant maintenu entre le béton et l'armature, le béton produira une certaine pression P, par unité de surface de la section de l'armature, et réciproquement le métal produira une certaine tension T, par unité de surface de la section du béton.

Si alors s est la section de l'armature et S celle du béton on devra avoir

$$Ps = TS.$$

D'autre part, par suite de la pression P, le métal subira, par unité de longueur, un retrait

$$\frac{P}{E'}.$$

Mais l'effet de la tension T sur le béton produit un allongement

$$\frac{T}{E},$$

et comme, sans cet allongement, le retrait du béton serait η, le retrait du béton, par unité de longueur, sera en définitive seulement

$$\eta - \frac{T}{E}. \tag{1}$$

Mais le contact étant maintenu entre le béton et l'armature, on devra avoir

$$\eta - \frac{T}{E} = \frac{P}{E'}, \tag{2}$$

d'où l'on tire, en tenant compte de (1),

$$\eta = \frac{T}{E}\left(1 + \frac{SE}{sE'}\right).$$

On en conclut pour la tension T supportée par le béton et la pression P supportée par le métal :

$$T = \frac{E\eta}{1 + \frac{SE}{sE'}}, \tag{3}$$

$$P = \frac{S}{s}\,\frac{E\eta}{1 + \frac{SE}{sE'}}. \tag{4}$$

Or la contraction du béton, par unité de longueur, varierait d'environ $\frac{2}{10000}$ à trois mois à $\frac{5}{10000}$ à six ans ([1]).

Si alors, par exemple, on prend

$$\frac{E}{E'} = \frac{1}{10}, \qquad E = 200000, \qquad \frac{S}{s} = 100,$$

on voit qu'à trois mois on aurait

$$T = 3,6, \qquad P = 360,$$

et à six ans

$$T = 9, \qquad P = 900.$$

On voit que, dans ces conditions, le béton ([2]), sans l'intervention d'aucune cause extérieure, supporterait, à six ans, une tension de 9^{kg} par centimètre carré.

Par suite, si l'on avait calculé une poutre, sans tenir compte de ce phénomène, en admettant par exemple pour le béton un travail de 20^{kg} par centimètre carré à l'extension, il se trouverait que le béton travaillerait en réalité à 29^{kg} par centimètre carré, ce qui à la longue pourrait bien produire certains fissurages.

Le danger de ne pas tenir compte de ce fait est d'autant plus grand qu'il s'agit d'un phénomène progressif, de sorte qu'une construction, dans de bonnes conditions au début, peut ne plus l'être dans six ou sept ans.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Les Poissons apodes appartenant au sous-ordre des Némichthydiformes, par Louis Roule et Léon Bertin. (Présenté par M. L. Joubin.)

M. **Jules Baillaud** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats à la place vacante dans la section d'Astronomie par le décès de M. *P. Puiseux*.

([1]) Voir Mesnager, *Cours de béton armé*, p. 40.

([2]) S'il s'agit de béton conservé sous l'eau et subissant par suite un allongement, il suffirait de changer le signe de η.

M. E. **Blaise** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats à la place vacante dans la section de Chimie par le décès de M. *Ch. Moureu*.

M. G. **Moussu** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats à la place vacante dans la section d'Économie rurale par le décès de M. *L. Lindet*.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les classes des constituantes d'un complémentaire analytique*. Note [1] de MM. N. **Lusin** et **W. Sierpinski**.

1. On sait que tout ensemble $\mathcal{E}$ complémentaire d'un ensemble analytique E peut être décomposé en une infinité d'ensembles $\mathcal{E}_\alpha$ mesurables B numérotés au moyen des nombres transfinis de seconde classe de Cantor

$$(1) \qquad \mathcal{E} = \mathcal{E}_0 + \mathcal{E}_1 + \ldots + \mathcal{E}_\omega + \ldots + \mathcal{E}_\alpha + \ldots \quad | \Omega,$$

cette décomposition jouissant de la propriété suivante : si $\mathcal{H}$ est un ensemble mesurable B (ou, généralement, analytique) contenu dans E, les ensembles $\mathcal{H}\mathcal{E}_\alpha$ sont nuls à partir d'un certain rang (*Bull. Acad. Cracovie*, 1918, p. 39 et suiv.) [2].

D'ailleurs on sait que, dans le cas où l'ensemble E est mesurable B, le développement précédent est nécessairement *borné* puisque tous les termes $\mathcal{E}_\alpha$ de ce développement à partir d'un certain rang sont nuls. Au contraire, si E est non mesurable B, le développement précédent est essentiellement *transfini*.

Maintenant une question importante se pose : *Quelles sont les classes des ensembles $\mathcal{E}_\alpha$? Et peut-on nommer un complémentaire analytique $\mathcal{E}$ non mesurable* B *dont les constituantes $\mathcal{E}_\alpha$ sont de classes bornées ?*

Voici la raison de ces problèmes : en 1922 nous avons démontré [3] que le continu peut être totalement décomposé en une infinité transfinie d'ensembles $\mathcal{E}_\alpha$ mesurables B (non nuls)

$$(0, 1) = \mathcal{E}_0 + \mathcal{E}_1 + \ldots + \mathcal{E}_\omega + \ldots + \mathcal{E}_\alpha + \ldots \quad | \Omega.$$

---

(1) Séance du 12 octobre 1929.

(2) Voir aussi *Journ. de Math.*, 2, 1923, p. 56-60.

(3) *Comptes rendus*, 175, 1922, p. 357.

Or le problème fameux du continu peut être considéré comme une sorte d'une décomposition du continu en une infinité transfinie d'ensembles $\mathcal{E}_\alpha$ mesurables B dont chacun se réduit à un et un seul point. Il serait donc désirable qu'on ait quelques résultats généraux sur la décomposition du continu en une infinité transfinie d'ensembles $\mathcal{E}_\alpha$ mesurables B *de classes bornées*. C'est en quelque sorte un problème affaibli du continu que nous appellerons *problème restreint du continu*.

D'autre part, on doit à M. H. Lebesgue le problème : Reconnaître si l'on peut nommer un ensemble *de points* distincts numérotés au moyen des nombres transfinis de seconde classe de Cantor [1]. Ce n'est qu'après avoir donné une solution *positive* de ce problème qu'on peut considérer comme établi que la puissance du continu est *comparable* avec celle de l'ensemble des nombres transfinis de seconde classe de Cantor. Il serait donc très naturel de chercher à nommer une infinité transfinie d'ensembles $\mathcal{E}_\alpha$ mesurables B dont les classes sont bornées. C'est encore un problème affaibli que nous appellerons *problème restreint de M. H. Lebesgue*.

Le but de cette Note est de constater *l'existence des complémentaires analytiques $\mathcal{E}$ dont les constituantes $\mathcal{E}_\alpha$ sont de classes non bornées*. Nous exposerons ici deux méthodes, proposées d'une manière indépendante par les auteurs de cette Note.

2. *La méthode de W. Sierpinski*. — Soit U un ensemble analytique plan *universel*. En d'autres termes, on obtient tous les ensembles analytiques linéaires possibles en coupant U par les droites parallèles à l'axe Oy. Nous affirmons que *le complémentare* CU *de* U *jouit de la propriété énoncée*.

En effet, supposons que, dans le développement

$$\mathrm{CU} = \mathcal{E}_0 + \mathcal{E}_1 + \ldots + \mathcal{E}_\omega + \ldots + \mathcal{E}_\alpha \ldots \mid \Omega,$$

les constituantes $\mathcal{E}_\alpha$ sont de classes bornées, donc inférieures à un nombre transfini fixe $\beta < \Omega$. On conclut de là que la somme $\mathcal{S}_\alpha = \mathcal{E}_0 + \mathcal{E}_1 + \ldots + \mathcal{E}_\omega + \ldots \mid \alpha$ d'une infinité dénombrable de constituantes est un ensemble mesurable B de classe $\leqq \beta + 1$. Il s'ensuit que, quel que soit le nombre transfini α, les parallèles à l'axe Oy coupent $\mathcal{S}_\alpha$ en un ensemble mesurable B de classe $\leqq \beta + 1$. D'autre part, l'ensemble U étant universel, il existe des parallèles à Oy, soit $x = x_0$, qui coupent CU en un ensemble $\mathcal{H}$ mesurable B et *donné à l'avance*. Et, comme $\mathcal{H}$ doit appartenir à une infinité dénombrable de constituantes $\mathcal{E}_\alpha$, il existe un nombre transfini α suffisamment grand, tel que $\mathcal{H}$ est la partie commune de $\mathcal{S}_\alpha$ et de la droite $x = x_0$. Donc, $\mathcal{H}$ est toujours de classe $\leqq \beta + 1$, ce qui est impossible, puisque $\mathcal{H}$ est un ensemble mesurable B *arbitraire*.

3. *La méthode de N. Lusin*. — Soit C un crible dyadique de M. H.

---

[1] Voir *Cinq lettres sur la théorie des ensembles*, dans E. Borel, *Leçons sur la théorie des fonctions*. 3e édition, p. 156.

Lebesgue (¹) définissant un ensemble analytique E. Soit $\mathcal{E}$ le complémentaire de E dans $(0 < x < 1)$. Nous affirmons que *$\mathcal{E}$ possède la propriété énoncée*.

Pour le voir, désignons par $\mathcal{P}_\xi$ la perpendiculaire à l'axe OX en ξ et par $\mathcal{R}_\xi$ l'ensemble des points du crible C appartenant à $\mathcal{P}_\xi$. Dans le développement (1) le terme $\mathcal{E}_\alpha$ est l'ensemble des points ξ de $(0 < x < 1)$ tels que $\mathcal{R}_\xi$ est bien ordonné suivant la direction positive de l'axe Oy et correspond au nombre ordinal α.

Cela posé, prenons un crible C′ dans le carré $(-1 < x < 0, 0 < y < 1)$ définissant un ensemble analytique E′ situé dans $(-1 < x < 0)$. Sans restreindre la généralité de E′, nous pouvons supposer : 1° que C′ est composé d'une infinité dénombrable de segments rectilignes σ_n parallèles à l'axe OX dont les extrémités ont les coordonnées rationnelles distinctes; 2° que la longueur de σ_n tend vers zéro avec $\frac{1}{n}$; 3° que, quel que soit ξ' dans $(-1 < x < 0)$, la partie commune $\mathcal{R}_{\xi'}$ à C′ et à $\mathcal{P}_{\xi'}$ contient une infinité de points rationnels et qu'il y a une infinité de points rationnels qui n'appartiennent pas à $\mathcal{R}_\xi$.

Dans ces conditions, à chaque ξ' dans $(-1 < x < 0)$ correspond un et un seul point ξ dans $(0 < x < 1)$ tel que $\mathcal{R}_{\xi'}$ et $\mathcal{R}_\xi$ sont *identiques*. Donc, nous avons une fonction $\xi = f(\xi')$ uniforme, définie dans $(-1 < x < 0)$, continue dans chaque point irrationnel et à valeurs distinctes. On voit bien que l'ensemble $\mathcal{H}$ des valeurs de f est mesurable B, de classe $\leqq 2$ et que les parties communes à $\mathcal{H}$ et aux ensembles E et $\mathcal{E}$ sont homéomorphes à E′ et à CE′.

Si E′ est mesurable B, l'ensemble $\mathcal{H}.\mathcal{E}$ est composé d'une infinité *dénombrable* d'ensembles $\mathcal{H}.\mathcal{E}_\alpha$. Et, comme la classe de $\mathcal{H}.\mathcal{E}$ peut être aussi élevée qu'on veut et comme la classe de $\mathcal{H}$ ne dépasse pas 2, nous en déduisons que les classes des $\mathcal{E}_\alpha$ *ne peuvent pas être bornées*. C. Q. F. D

THÉORIE DES ENSEMBLES. — *Sur les fronts successifs d'un ensemble de points.* Note (²) de M. **Georges Bouligand**.

1. Pour chaque ensemble E fermé et borné de l'espace euclidien (à trois dimensions, par exemple), j'ai appelé (³) *front*, pour la distance ρ, le sous-ensemble e_ρ de E tel qu'une sphère de rayon ρ, centrée sur e_ρ, passe au moins par un point M à la distance ρ de E. Si le point P de E est sur e_ρ, il passe par P au moins une sphère de rayon ρ, n'enfermant aucun point

(¹) Voir N. Lusin, *Sur les ensembles analytiques* (*Fundamenta Mathematicae*, **10**, 1926, p. 2-9).

(²) Séance du 4 novembre 1929.

(³) Problèmes connexes de la notion d'enveloppe de M. Georges Durand, *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 446.

de E ([1]). Donc e_ρ est aussi l'ensemble des points communs à E et à l'enveloppe (au sens de G. Durand) des sphères de rayon ρ n'enfermant aucun point de E. Cette dernière est formée par les frontières de domaines d_ρ, dont l'un est le complémentaire d'un ensemble R borné, les autres, s'il en existe, étant en nombre fini (comme contenant chacun au moins une sphère de rayon ρ, incluse dans R). De plus, pour $r < \rho$, l'ensemble des d_ρ (= réunion des sphères de rayon ρ n'enfermant aucun point de E) est un sous-ensemble des d_r : si ρ décroît, le complémentaire des d_ρ (qui contient E) ne peut donc que se contracter. Pour ρ infini, il y a un seul d_ρ : c'est l'intérieur *du plus petit ensemble fermé convexe* (c'est-à-dire dont la frontière détermine sur quelque droite un ensemble ayant deux points-frontière au plus) contenant E.

On en déduit : *a. que* e_∞ *est formé des points de* E *sur la frontière du plus petit ensemble fermé convexe contenant* E (énoncé obtenu par G. Durand pour les ensembles E finis) et *b. que les* E *dont tous les points sont sur* e_∞ *sont prélevés sur la frontière d'un ensemble fermé convexe.*

2. Au point de vue du mouvement, en supposant que les points de E fassent obstacle au déplacement d'un solide S quelconque, le *front de* E, *pour ce solide*, comprend les points de E avec lesquels S peut être mis en contact (sans enfermer de points de E). Ci-dessus, le solide S est une sphère de rayon ρ. En général, *le front pour* S *est une partie du front pour un fragment de* S. Soit ρS une figure semblable à S, rapport ρ. Nous noterons encore e_ρ le front de E pour ρS.

Quel que soit S, *le front* e_0 *est formé des points non intérieurs de* E ([2]).

En effet, tout point-frontière P de E est limite des points M_k de C(E) ([3]) à des distances $\rho_k \neq 0$ de E. D'un homothétique de S, intérieur à la sphère de centre M_k, de rayon ρ_k, on passe par une suite continue d'homothéties de centre M_k et de rapport croissant à partir de *un*, à une suite de figures, dont la distance à E, d'abord positive, décroît, puis s'annule : nous arrêtant à ce moment, nous associons à la suite des M_k une suite d'homothétiques de S, n'enfermant aucun point de E et tendant vers P. Donc ce point appartient bien à e_0.

Notamment, sur une courbe ou sur une surface, existe toujours une

---

([1]) Nous disons d'un point qu'il est *enfermé* par la sphère (ou par un solide) s'il lui est strictement intérieur.

([2]) Énoncé commun avec M. G. Durand, pour S sphérique.

([3]) C(E) désigne le complémentaire de E.

suite de points, non ultra-limites totaux (¹) tendant vers un point arbitraire P : ce sont les points de contact successifs de la courbe ou de la surface avec les sphères (M_k, ρ_k).

3. Dans ma précédente Note (dernier alinéa de la section I, *loc. cit.*), j'ai considéré *la classe* B *des surfaces dont tous les points font partie du front pour une sphère de rayon* ρ *arbitrairement* petit mais $\neq 0$, *sauf des points dont l'ensemble s n'est dense dans aucune région de la surface* (²). Lorsqu'on peut prendre la répartition des rayons ρ continue, alors s est fermé; $C(s)$ est la somme d'une infinité dénombrable de domaines superficiels, dont chacun, en vertu de la continuité de ρ, est lui-même la réunion d'une infinité dénombrable de morceaux de surfaces de la classe A. La même conclusion s'étend donc à toute la surface.

HYDRODYNAMIQUE. — *Nouvelles expériences sur la résistance à l'avancement des Poissons dans l'eau.* Note (³) de MM. **A. Magnan** et **A. Sainte-Laguë**, présentée par M. A. Rateau.

Comme suite aux recherches que nous avons déjà effectuées sur la résistance à l'avancement des Poissons (⁴), nous avons voulu voir quelle était la loi de cette résistance pour de tels corps.

Toutes les expériences faites pour étudier la résistance des corps ont porté jusqu'ici sur des solides tenus par un bras ou tirés par une corde, ce qui pouvait vicier les mesures à cause des interactions entre le corps immergé et le support ou la corde. C'est pourquoi il nous a paru tout d'abord indispensable de supprimer tout support extérieur et de chercher un mode de propulsion intérieur au corps à traîner. C'est la pesanteur qui nous l'a fourni.

Nous avons choisi 22 espèces de poissons de forme variée dont nous avons déterminé, aussitôt après leur mort, le poids et la poussée et que nous avons lesté avec des grains de plomb introduits dans la cavité buccale de manière à leur donner une certaine vitesse de chute dans l'eau tout en ne changeant pas leur forme. Chaque individu était suspendu dans une

---

(¹) *Sur quelques points de topologie restreinte* (*Bull. Soc. math.*, 56, 1928, p. 29 et 30).

(²) Ce texte rectifie ma définition antérieure de la classe B.

(³) Séance du 21 octobre 1929.

(⁴) Magnan et Sainte-Laguë, *Sur la détermination expérimentale de la résistance à l'avancement des Poissons* (*Comptes rendus*, 187, 1928, p. 1163).

cuve pleine d'eau, toutes nageoires repliées, sauf la caudale, puis lâché; il descendait alors la tête en avant grâce à son lestage et sans oscillations appréciables.

Nous avons cinématographié à travers un cadre-repère la chute de chaque poisson en même temps que les oscillations d'un pendule. L'examen des courbes de vitesse nous a montré que, pour presque toutes les espèces étudiées, la courbe que l'on obtient en portant en abscisses le temps t de chute, en secondes, et en ordonnées $\sqrt{x}$, x étant la hauteur de chute en mètres, est une droite, ce qui revient à dire que la résistance, tout au moins

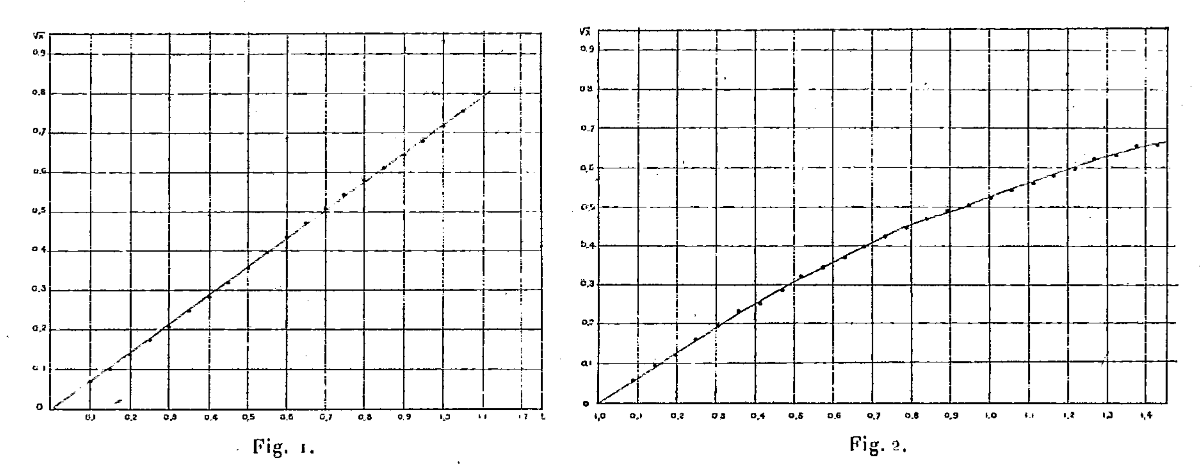


Fig. 1. Fig. 2.

pour des vitesses allant de 0 à 2 m/s, qui sont celles des poissons expérimentés, est constante.

La proportionnalité de $\sqrt{x}$ à t ou de x à t^2 traduit en effet une loi de chute identique à celle de la pesanteur, c'est-à-dire à accélération constante. Comme l'excès du poids du poisson sur la poussée est constante, il en résulte aussi la constance de la force due à la résistance à l'avancement.

Il en a été ainsi pour les poissons examinés tels qu'un Maquereau, un Maigre du poids de 372^g dans l'air, lesté avec 45^g de plomb lui donnant un excès de poids dans l'eau de $55^g,5$ (*fig.* 1) (maître couple 26^{cm^2}).

Il n'en a pas été de même pour une raie pesant 76^g et lestée avec $1^g,6$ lui donnant un excès de poids de $7^g,6$ (maître couple 6^{cm^2}) (*fig.* 2) qui, comme la sphère, a une résistance qui croît avec la vitesse.

Peut-être la différence est-elle due à la présence de tourbillons qui se formeraient dans un cas et non dans l'autre.

Contrairement aux résultats précédents, on admettait en général que la résistance est une fonction de la vitesse voisine du carré.

On voit qu'il n'en est rien dans le cas de la plupart des Poissons.

RADIOCHIMIE. — *Influence de la nature de l'électrolyte sur le potentiel d'inversion de l'effet photovoltaïque.* Note [1] de M. **René Audubert**, présentée par M. Jean Perrin.

Lorsqu'on plonge deux lames métalliques dans un électrolyte, si l'on éclaire l'une d'elles une force électromotrice photovoltaïque apparaît. L'effet observé est lié à l'état de polarisation de la lame. Avec des électrodes de métaux non altérés, la caractéristique, ou courbe représentant la variation du courant créé par la lumière en fonction de la polarisation de la lame éclairée, présente un point d'inversion [2]; pour une valeur déterminée de la différence de potentiel métal-liquide, l'effet s'annule. Quels que soient l'électrolyte et le métal, pour des polarisations suffisantes, l'électrode éclairée fonctionne toujours comme cathode quand elle est polarisée anodiquement et toujours comme anode quand elle est polarisée cathodiquement. Mais la valeur du potentiel d'inversion dépend de la nature du métal et de celle de l'électrolyte en contact.

L'étude systématique du phénomène, au moyen du dispositif antérieurement décrit, pour des électrodes d'or et de platine dont on peut, par décapage et nettoyage, obtenir des surfaces tout à fait propres, a conduit aux résultats suivants :

Le potentiel d'inversion est indépendant de la concentration de l'électrolyte.

Quand on détermine les caractéristiques de ces métaux plongés dans différents électrolytes ne possédant pas de sensibilité photochimique appréciable, du moins à l'égard de la partie visible du spectre (KOH, $NaOH$, HCl, NO^3H, SO^4H^2, $PtCl^4$, $AuCl^3$, SO^4Cd, SO^4Zn, SO^4Cu, $CuCl^2$, $CdCl^2$, KCl, $NaCl$, $CaCl^2$, SO^4Na^2, SO^4K^2, $Cr^2O^7K^2 + SO^4H^2$, MnO^4K), on observe qu'au point de vue des potentiels d'inversion les électrolytes se groupent en trois catégories : les solutions à réaction alcaline, les solutions à réaction acide, les sels neutres. Cette classification comporte des exceptions : les réactifs oxydants, les sels de platine et les sels d'or; les potentiels d'inversion de ces divers électrolytes étant tous différents les uns

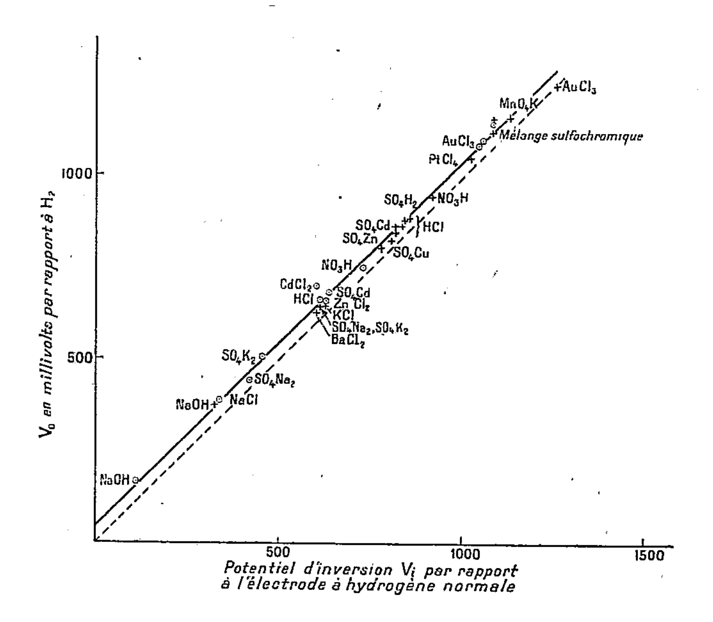
---

[1] Séance du 28 octobre 1929.

[2] R. Audubert, *Comptes rendus*, 177, 1923, p. 818 et 1110; *Journal de Physique*, 6e série, 6, 1925, p. 313. L'inversion ne s'observe pas avec des électrodes de platine au contact de solutions alcalines.

des autres. Pour les premiers, il est naturel d'expliquer cette divergence par une oxydation qui ne peut être que très superficielle puisque, après un lavage prolongé à l'eau distillée, l'électrode redonne au contact d'une solution appartenant à l'un quelconque des trois groupes principaux le potentiel d'inversion caractéristique de celui-ci. En ce qui concerne les sels d'or et de platine, on peut rapprocher l'anomalie qu'ils présentent de la faible tension de dissolution de ces cations, d'où une adsorption élevée sur la lame.

Au surplus, même dans chaque catégorie, on observe de légers écarts entre les différents électrolytes.



On obtient une systématisation beaucoup plus satisfaisante des résultats expérimentaux en portant en abscisses les potentiels d'inversion V_i et en ordonnées les potentiels V_0 de la lame avant toute polarisation provoquée. Comme le montre la figure, les points expérimentaux obtenus avec l'or et le platine se placent, aux erreurs d'expérience près, sur une même droite inclinée à 45°. Ce mode de représentation montre que la valeur du potentiel d'inversion est uniquement fonction de celle du potentiel de l'électrode; ainsi les écarts entre les divers électrolytes d'un même groupe sont liés aux écarts correspondants du potentiel de la lame. Pour l'or et le platine au contact de tous les électrolytes étudiés, la différence $(V_0 - V_i)$ est une constante égale en moyenne à $45 \cdot 10^{-3}$ volt. On vérifie, en outre, que l'écart entre les potentiels d'inversion de l'or et ceux du platine est

indépendant de la nature de l'électrolyte et égal en moyenne à $203 . 10^{-3}$ volt, valeur sans doute caractéristique des propriétés électrochimiques différentes de ces deux métaux.

Ces résultats conduisent à admettre que le potentiel d'inversion est essentiellement lié au potentiel propre du métal, c'est-à-dire en dernière analyse à la tension d'hydrogène du milieu si l'on considère la lame fonctionnant comme une électrode à hydrogène.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Stabilité comparée des isomères selon leurs spectres d'absorption. Relation entre l'absorption dans l'ultraviolet et la structure des dérivés diarylés de l'éthylène et de l'éthane.* Note ([1]) de Mme **Ramart-Lucas**, transmise par M. Georges Urbain.

L'étude de la *stabilité comparée des isomères suivant leurs spectres d'absorption* m'a amenée à mesurer dans l'ultraviolet l'absorption d'un assez grand nombre de dérivés diarylés symétriques et dissymétriques de l'éthylène et de l'éthane.

J'ai constaté qu'il existe toujours une différence (parfois très grande) dans la position des courbes d'absorption de deux isomères symétrique et dissymétrique, et que l'on pouvait établir des relations générales entre la structure de ces isomères et les positions respectives de la branche ascendante de leur courbe d'absorption.

Deux cas seront à considérer :

1° Un des deux atomes de carbone est lié par plus d'une valence soit avec l'atome de carbone voisin (dérivés de l'éthylène I et II), soit avec un atome d'oxygène (aldéhydes et cétones III et IV).

(Dans ces formules, R est soit un atome d'H, soit un radical monovalent quelconque, et Ar un radical aromatique.)

$$\underset{\text{I.}}{\begin{smallmatrix}Ar\\ R\end{smallmatrix}\!\!>C=C<\!\!\begin{smallmatrix}Ar\\ R\end{smallmatrix}}, \qquad \underset{\text{II.}}{\begin{smallmatrix}Ar\\ Ar\end{smallmatrix}\!\!>C=C<\!\!\begin{smallmatrix}R\\ R\end{smallmatrix}}, \qquad \underset{\text{III.}}{\begin{smallmatrix}R\\ Ar\\ R\end{smallmatrix}\!\!\rightarrow C.CO.Ar}, \qquad \underset{\text{IV.}}{\begin{smallmatrix}Ar\\ Ar\\ R\end{smallmatrix}\!\!\rightarrow C.CO.R}.$$

Pour tous ces composés, la branche ascendante de la courbe d'absorption du dérivé diarylé symétrique (I et III) *est situé plus près du visible que celle de son isomère dissymétrique.*

([1]) Séance du 28 octobre 1929.

Les couples d'isomères étudiés ont été les suivants :

$Ar.CH=CH.Ar$ et $(Ar)^2=C=CH^2$ $(Ar=C^6H^5,\ CH^3C^6H^4,\ CH^3O.C^6H^4)$.

$\begin{matrix}C^6H^5\\CH^3\end{matrix}\!>C=CH.C^6H^5$ et $(C^6H^5)^2=C=CH.CH^3$;

$\begin{matrix}C^6H^5\\CH^3\end{matrix}\!>C=C<\!\begin{matrix}C^6H^5\\CH^3\end{matrix}$ (2 stéréoisomères P. F. 107° et 66°) et $(C^6H^5)^2C=C(CH^3)^2$;

$\begin{matrix}Ar'\\C^2H^5\end{matrix}\!>C=C<\!\begin{matrix}Ar'\\C^2H^5\end{matrix}$ et $\begin{matrix}Ar\\Ar'\end{matrix}\!>C=C(C^2H^5)^2$

$(Ar=C^6H^5,\ Ar'=C^6H^5,\ CH^3C^6H^4,\ CH^3O.C^6H^4)$.

$Ar.CH^2CO.Ar$ et $(Ar)^2=CH.CHO$ $(Ar=C^6H^5,\ CH^3C^6H^4)$.

$\begin{matrix}C^6H^5\\R\end{matrix}\!>CH.CO.C^6H^5$ et $(C^6H^5)^2=CH^2CO.R$ $(R=CH^3,\ CH^3CH^2)$.

$\begin{matrix}C^6H^5\\(CH^3)^2\end{matrix}\!>C.CO.C^6H^5$ et $\begin{matrix}(C^6H^5)^2\\CH^3\end{matrix}\!>C.CO.CH^3$.

2° Les deux atomes de carbone ne sont liés que par une valence à des éléments ou à des radicaux; les deux séries d'isomères diarylés symétriques et dissymétriques seront de la forme

$$\underset{V.}{\begin{matrix}R\\Ar\\R\end{matrix}\!>C-C<\!\begin{matrix}R\\Ar\\R\end{matrix}} \quad \text{et} \quad \underset{VI.}{\begin{matrix}Ar\\Ar\\R\end{matrix}\!>C-C<\!\begin{matrix}R\\R\\R\end{matrix}}$$

Ici et contrairement à ce qui se passe dans la série précédente, c'est pour l'isomère dissymétrique (VI) *que la courbe d'absorption est le plus près du visible.*

Les couples d'isomères étudiés ont été les suivants :

$C^6H^5CH^2CHOH.C^6H^5$ et $(C^6H^5)^2=CH.CH^2OH$, $(C^6H^5)^2=C<\!\begin{matrix}CH^3\\OH\end{matrix}$

$C^6H^5CHOH.CHOH.C^6H^5$ et $(C^6H^5)^2=C<\!\begin{matrix}CH^2OH\\OH\end{matrix}$;

$\begin{matrix}C^6H^5\\CH^3\end{matrix}\!>\underset{OH}{C}-\underset{OH}{C}<\!\begin{matrix}C^6H^5\\CH^3\end{matrix}$ (2 stéréoisomères P.F. 118° et 122°) et $(C^6H^5)^2=\underset{OH}{C}-\underset{OH}{C}=(CH^3)^2$.

$\begin{matrix}C^6H^5\\CH^3\end{matrix}\!>C\underset{O}{-}C<\!\begin{matrix}C^6H^5\\CH^3\end{matrix}$ (2 stéréoisomères P.F. 60° et 107°) et $(C^6H^5)^2=C\underset{O}{-}C=(CH^3)^2$.

Les vingt couples d'isomères ici étudiés représentent les principaux types des dérivés diarylés de l'éthylène et de l'éthane que l'on peut concevoir. Les résultats de ces mesures seront publiés dans un prochain Mémoire.

En résumé, les dérivés diarylés de l'éthylène et de l'éthane possédant les structures (1), (2) et (3) ont la branche ascendante de leurs courbes d'ab-

sorption situées plus près du visible que celles de leurs isomères respectifs possédant les structures (4), (5) et (6) :

$C_6H_5-CH=CH-C_6H_5$ (1). $C_6H_5-CH^2-C(=O)-C_6H_5$ (2). $C_6H_5-CH(CH^3)-C_6H_5$ (3).

$C_6H_5-C(=CH)-C_6H_5$ (4). $C_6H_5-CH(CHO)-C_6H_5$ (5). $C_6H_5-CH^2-CH^2-C_6H_5$ (6).

A ma connaissance, aucune autre propriété physique n'avait permis, de façon aussi générale, de différencier les structures des isomères ici considérés. (On retrouverait sans doute des règles analogues pour la réfraction qui est conditionnée par la position des bandes d'absorption.)

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la présence de fossiles d'âge aquitanien dans des grès quartzites épars à la surface du plateau mosellan.* Note [1] de M. **G. Baeckeroot**, présentée par M. Ch. Barrois.

A l'est de la Sûre, en Prusse rhénane, le plateau découpé par les affluents de gauche de la basse Moselle porte, de place en place, des lambeaux d'une couverture de grès quartzite. Cette roche a le même faciès pétrographique que celle qui a été jusqu'ici désignée sous le nom de Pierre de Stonne et qui a été suivie de proche en proche et en concordance d'altitude tout le long de la bordure méridionale et sud-orientale du massif ardennais, jusqu'à la Sûre luxembourgeoise [2].

Ces gisements coïncident presque tous avec ceux que les géologues allemands, notamment H. Grebe, désignent et décrivent sous le nom de *Braunkohlenquartzit*.

Au sud-est de la localité d'Idenheim, à quelques centaines de mètres de la grande route de Trèves à Cologne, j'ai trouvé, éparpillés dans les champs, à l'altitude de 383^m, un certain nombre de ces cailloux de quartzite conte-

(1) Séance du 4 novembre 1929.

(2) Cf. G. Baeckeroot, *Sur l'extension de la Pierre de Stonne dans le Grand-Duché de Luxembourg* (*Comptes rendus*, 188, 1929, p. 804); *Sur l'existence de la Pierre de Stonne entre la Meuse et la Moselle* (*A. S. G. N.*, 54, 1929, p. 87, 1 carte d. t.).

nant en assez grande abondance de petits gastéropodes d'eau douce, des oocarpes et des fragments de tiges de Characées.

Les gastéropodes sont du genre *Hydrobia;* ce sont des *Litorinella.* Il y a aussi quelques Limnées peu déterminables. Les *Litorinella*, autant qu'on peut en juger d'après les moules internes seuls conservés semblent bien être *L. ventrosa* Montf. (1) = *L. acuta* Drap (2). Ce fossile étant caractéristique du Litorinellenkalk, calcaire lacustre aquitanien du Bassin de Mayence, où il abonde, il semble que l'on puisse considérer nos grès quartzites comme une meulière du même âge, dérivée de ces calcaires par épigénèse. Il est d'ailleurs remarquable que Pierre de Stonne et Braunkohlenquartzit présentent souvent, dans leurs échantillons les plus typiques, les perforations et les cavernes d'une meulière.

Conclusions. — 1° Les *Braunkohlenquartzit* des géologues allemands et notre Pierre de Stonne gisent dans des conditions stratigraphiques identiques; il y a en outre concordance entre les altitudes où on les observe.

2° Il y a entre les deux identité de faciès pétrographique.

3° Dans la région rhénane, entre Eifel et Hunsruck, ces grès sont dérivés de calcaires lacustres aquitaniens.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Changements de réaction et phénomènes d'oxydo-réduction observés au cours du développement de quelques champignons.* Note (3) de MM. **F. Labrousse** et **J. Sarejanni**, présentée par M. L. Mangin.

Nos recherches, poursuivies à la Station centrale de Pathologie végétale (I. R. A.), ont porté sur les espèces suivantes : *Phytophtora Nicotianæ*, *Pythium de Baryanum*, *Blepharospora cambivora*, *Sclerotinia libertiana*, *Ophiobolus graminis*, *Ophiobolus herpotrichus*, *Leptosphæria herpotrichoïdes*, *Thielavia basicola*, *Wojnowicia graminis*, *Helminthosporium sativum*, *Sclerotium Rolfsii*, *Rhizoctonia solani* et *Verticillium tracheiphillum*. Ces champignons ont été cultivés sur milieu de Petri sucré et gélosé (4). pH = 4,9.

(1) Fridolin Sandberger, *Die Conchylien des Mainzer Tertiärbeckens*, Taf. IX, fig. 9. Wiesbaden, 1863.

(2) Synonymie d'après R. Lepsius, *Das Mainzer Becken*, Darmstadt, 1883.

(3) Séance du 4 novembre 1929.

(4) Nitrate de calcium, 0g,40; phosphate monopotassique, 0g,15; sulfate de magnésium, 0g,15; chlorure de potassium, 0g,06; saccharose, 20g; gélose, 15g; eau, 1000cm³.

I. *Changements de réaction.* — Nous les avons mis en évidence par l'emploi des indicateurs suivants :

Indicateurs.	Teintes.	Zones de virage.
Bleu de thymol (1er virage)........	rouge jaune	1,2-2,8
Méthylorange.....................	rouge orangé	3,1-4,4
Sulfoalizarinate de sodium........	jaune rose	3,7-4,2
Bleu de bromophénol	jaune bleu	3,0-4,6
Pourpre de bromocrésol..........	jaune violet	5,2-6,8
Bleu de bromothymol	jaune bleu	6,0-7,6
Rouge de phénol,................	jaune rouge	6,8-8,4
Bleu de thymol (2e virage)........	jaune bleu	8,0-9,6

Les virages débutent très rapidement (de quelques heures à 2-3 jours après le repiquage) et progressent quantitativement depuis la surface jusqu'au fond des tubes, pour être complets au bout d'une vingtaine de jours. Par cette méthode on peut juger de *la vitesse* avec laquelle le changement de réaction se réalise ainsi que de son *ordre de grandeur*, la teinte de virage présentée par un indicateur restant acquise depuis le début jusqu'à la fin du phénomène. Les résultats qu'elle fournit sont comparables à ceux obtenus par mesure du pH des filtrats de cultures en milieux liquides, ainsi que nous l'avons vérifié.

Au bout de 20 jours environ, les champignons étudiés se classent dans l'ordre suivant, du plus acidifiant au plus alcalinisant :

pH = 1,2-2,8..................	*Sclerotium Rolfsii* (1).
pH = 3,1-4,2..................	*Sclerotinia libertiana* (2). *Phytophtora Nicotianæ* (3). *Blepharospora cambivora* (4). *Pythium de Baryanum* (5). *Ophiobolus graminis* (6).
pH = 4,2-4,4..................	*Thielavia basicola* (7).
pH = 5,2-6,8..................	*Rhizoctonia solani* (8).
pH = 6,8-8,4..................	*Ophiobolus herpotrichus* (9). *Leptosphæria herpotrichoides* (10). *Verticillium tracheiphillum* (11). *Wojnowicia graminis* (12). *Helminthosporium sativum* (13).

La recherche qualitative de l'ammoniaque dans les filtrats de culture en milieu liquide âgés de 20 jours, par la réaction de Trilliat, a toujours été négative. Donc, l'alcalinisation du milieu constatée pour certains des cham-

pignons que nous avons étudiés ne peut s'expliquer par une production d'ammoniaque au cours de leur développement.

II. *Pouvoir réducteur.* — Nous l'avons étudié vis-à-vis des colorants suivants : bleu de crésyl, bleu de Nil, bleu de méthylène, disulfonate d'indigo, méthylorange, vert Janus, rouge Congo et rouge neutre. Entre le 40e et le 70e jour de culture, les phénomènes de réduction se traduisent par une décoloration totale du bleu de crésyl, le virage au rose du vert Janus, la décoloration totale ou l'atténuation générale du méthylorange, la décoloration partielle, totale ou l'atténuation générale des autres colorants.

Seul le Thielavia basicola *ne réduit aucun des colorants essayés.*

Tous les autres champignons décolorent totalement le bleu de crésyl.

Pour ce qui est de leur pouvoir réducteur vis-à-vis des autres colorants, ces champignons peuvent être divisés en deux catégories :

a. Ceux qui acidifient le milieu au cours de leur développement réduisent les colorants employés dans l'ordre suivant de difficulté croissante : 1° vert Janus, 2° disulfonate d'indigo, 3° méthylorange, 4° bleu de méthylène, 5° bleu de Nil, 6° rouge Congo, 7° rouge neutre. Ces champignons se classent à leur tour dans l'ordre suivant, du plus fort en plus faible réducteur : 1° *Pythium de Baryanum*, 2° *Phytophtora Nicotianæ*, 3° *Blepharospora cambivora*, 4° *Sclerotium Rolfsii*, 5° *Ophiobolus graminis*, 6° *Sclerotinia libertiana*.

b. Ceux qui alcalinisent le milieu au cours de leur développement réduisent les colorants employés dans l'ordre suivant de difficulté croissante : 1° bleu de méthylène, 2° bleu de Nil, 3° vert Janus, 4° méthylorange, 5° disulfonate d'indigo, 6° rouge neutre. *Aucun d'entre eux ne réduit le rouge Congo.* Ces champignons se classent à leur tour dans l'ordre suivant, du plus fort au plus faible réducteur : 1° *Verticillium tracheiphillum*, 2° *Wojnowicia graminis*, 3° *Ophiobolus herpotrichus*, 4° *Rhizoctonia solani*, 5° *Helminthosporium sativum*, 6° *Leptosphæria herpotrichoïdes*.

III. *Pouvoir oxydant.* — Nous l'avons recherché en cultivant les champignons sur milieu additionné de gaïacol. Seul le *Thielavia basicola a présenté un pouvoir oxydant* se traduisant par une coloration rouge du milieu localisée à la région où le mycélium se développe, ce qui dénote une faible diffusibilité de l'agent oxydant, fait à comparer au très fort pouvoir oxydant et à la grande diffusibilité des diastases oxydantes des champignons Hyménomycètes que signale Lutz [1].

---

[1] LUTZ, *Sur les ferments solubles catalyseurs d'oxygène sécrétés par les champignons Hyménomycètes* (*Bull. Soc. Chim. biol.*, 10, 1928, p. 826-848).

Parmi les champignons que nous avons étudiés, nous n'avons jamais constaté l'existence simultanée de propriétés oxydantes et réductrices, les unes étant exclusives des autres.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la présence de la β-ionone dans un produit naturel.* Note de M. **Sébastien Sabetay**, présentée par M. Roux.

Depuis les mémorables travaux de Tieman et Krüger en 1893 sur la synthèse des cétones à odeur de violette, beaucoup d'essais ont été faits pour identifier les ionones dans les huiles essentielles. Cette identification n'a pas été réalisée jusqu'à présent avec certitude et seule l'irone, un isomère des ionones, a été trouvée dans les racines d'iris.

On connaît à l'heure actuelle trois isomères possibles de l'irone qui diffèrent par la position de la double liaison dans le noyau hydro-aromatique. Le nombre des isomères est encore plus grand si l'on tient compte des modifications optiques possibles, mais cette question n'étant pas élucidée nous nous contentons d'énumérer les isomères que l'on connaît assez bien ; ce sont : l'α-ionone, la β-ionone, l'α-irone, la β-irone.

Ayant eu à notre disposition un échantillon assez important d'essence concrète de *Boronia* (provenant d'une grande maison australienne) nous avons pu en faire une étude analytique assez complète. L'analyse préliminaire de cette essence à consistance de beurre, de couleur verte, d'odeur forte et caractéristique, nous permit de reconnaître l'essence concrète de *Boronia megastigma* Nees, étudiée tout récemment par Penfold et Philipps ([1]).

Ces auteurs ont trouvé dans les fractions à point d'ébullition élevé des cétones et des alcools possédant une odeur caractéristique de β-ionone. En effet le point de fusion de la semicarbazone obtenue (145-146°) est très approché de celui de la β-ionone (F. 148-149°). Comme ces auteurs n'ont identifié la β-ionone que d'après l'odeur et une concordance peut-être fortuite du point de fusion de la semicarbazone, il nous a paru intéressant d'étudier particulièrement la fraction cétonique de l'essence de *Boronia megastigma*. Par entraînement à la vapeur de 500^g d'essence concrète, nous avons obtenu 135^g d'huile essentielle qui a été distillée dans le vide. La fraction Eb_{15} = 135-160° a été décomposée par plusieurs fractionnements en

([1]) Penfold et Philipps, *J. of the Royal Soc. of Western Australia*, 14, 1928, p. 1 (cité d'après *Schimmel Ber.*, 1929, p. 20).

deux portions : $Eb_{10} = 131$-135°, 28^{g}; $n_D^{25} = 1,4910$, optiquement inactive, et $Eb_7 = 130$-134°, 19^{g}; $n_D^{23} = 1,4690$. La fraction $Eb_{10} = 131$-135° a été transformée avec un rendement excellent en semicarbazone de $F = 149^{\circ}$ (bloc Maquenne). L'analyse a fourni des chiffres correspondant au dérivé de la β-ionone.

Par traitement à l'acide sulfurique dilué on a régénéré la cétone qui a été purifiée par distillation dans le vide.

On trouvera dans le tableau suivant les constantes comparatives de la boronione et de la β-ionone :

				Semicarb.	p-brom. ph. hydr.	α.
β-ionone . .	$Eb_{10} = 127$-$128,5$	$D^{17} = 0,946$	$n_D^{17} = 1,521$	$F = 148$-149°	$F = 116$-118°	0
»	$Eb_{12} = 134,6$	$D^{15} = 0,9488$	$n_D^{17,5} = 1,52008$			
Boronione .	$Eb_{10} = 127$-128°	$D^{17} = 0,9324$	$n_D^{17} = 1,5103$	$F = 149^{\circ}$ (Maq.) (1).	$F = 120^{\circ}$ (Maq.) (1).	0

La boronione est donc identique à la β-ionone.

Nous faisons naturellement toutes réserves sur une falsification possible de l'essence de *Boronia* et, ces réserves étant formulées, nous pouvons pour le moment affirmer que l'essence concrète de *Boronia megastigma* (au moins le produit commercial) contient une bonne proportion de β-ionone.

PHYSIOLOGIE. — *Thymus et croissance.*

Note (2) de M. A. **Babes**, présentée par M. Charles Richet.

Nos expériences ont été faites au moyen d'injections sous-cutanées de goudron, substance, qui, comme nous l'avons démontré dans une de nos publications antérieures, exerce une action destructive constante sur le thymus (3).

Les expériences ont porté sur des lapins en pleine croissance, du même âge et provenant d'animaux de grande taille, pesant de 2500 à 3000^{g}.

Au début de nos expériences, les lapins étaient âgés de 3 mois et 25 jours. Ils se nourrissaient seuls et leur poids était de 750 à 1100^{g}. Le

(1) On ne constate pas de dépression du point de fusion par mélange avec le dérivé correspondant de la β-ionone.

(2) Séance du 28 octobre 1929.

(3) A. Babes, *Sur la nature du réticulum du thymus* (*Comptes rendus des séances de la Société de Biologie*, 101, 1926, p. 196).

lapin pesant 750g a servi comme témoin; quant aux autres, nous leur avons injecté du goudron par voie sous-cutanée. Les injections ont été pratiquées journellement à la dose de $0^{cm^3},04$ à $0^{cm^3},05$ par 100g de poids d'animal.

Le poids des lapins auxquels nous avons injecté du goudron n'a présenté, au cours de nos expériences, que des variations, les rapports ont été à peu près les mêmes.

Nous nous croyons donc autorisés à conclure que le goudron injecté à des lapins encore en croissance provoque un arrêt dans le développement pondéral des animaux. L'atrophie du thymus peut aller jusqu'à la disparition totale de l'organe. En même temps, les autres organes des animaux accusaient une réduction de poids considérable, comparativement au poids des organes similaires du lapin-témoin. Cette réduction est particulièrement prononcée pour l'ovaire, la rate et le cœur.

La réduction du poids des organes des animaux injectés au goudron doit surtout être attribuée à un arrêt dans le développement, à une hypoplasie des organes des animaux injectés, et non pas à un processus d'atrophie. Néanmoins le thymus et la rate font exception, car ils présentent les caractères d'une atrophie qui, pour le thymus, peut même aller jusqu'à tout à fait insignifiantes, et ils sont morts le 25e et le 43e jour de l'expérience, sauf un seul qui vit encore. Le lapin qui nous a servi de témoin a été sacrifié le 43e jour des expériences. Les lapins injectés pesaient à la fin des expériences un peu moins qu'au début, soit 790-1025g contre 865-1050g. Par contre, le lapin témoin, dont le poids au début des expériences n'était que de 750g, atteignait à la fin 1500g.

A l'autopsie des animaux ayant succombé à la suite des injections au goudron, nous avons pu constater que tous les autres organes pesaient beaucoup moins que les organes de l'animal gardé comme témoin.

L'organe dont le poids était le plus bas chez les animaux injectés, comparativement à celui du lapin témoin, était le thymus. Alors que le thymus de celui-ci était gros comme une petite prune, pesait 3g,50, le thymus des animaux injectés au goudron ne dépassait guère les dimensions d'une lentille, et pesait de 0g,04 à 0g,05. Chez un lapin nous n'avons même plus pu retrouver le thymus.

Nous donnons ci-dessous le rapport entre le poids des autres organes d'un des animaux injectés et celui des organes du lapin témoin : 1. Thymus 1 : 90; 2. Ovaires 1 : 3; 3. Rate 1 : 2,5; 4. Cœur 1 : 2,2; 5. Glandes surrénales 1 : 1,8; 6. Foie 1 : 1,7; 7. Hypophyse 1 : 1,5; 7'. Omoplate 1 : 1,5; 7''. Thyroïde 1 : 1.5; 8. Reins 1 : 1,4.

Il résulte donc très clairement que tous les organes du lapin injecté au goudron pesaient sensiblement moins que les organes du lapin témoin. Le thymus vient en tête de la colonne et le rein en dernier lieu. Chez les autres animaux injectés, la disparition de l'organe. L'hypoplasie est surtout évidente pour l'ovaire, qui, chez les animaux injectés, présente le type d'un ovaire nettement arrêté dans son développement.

Nous attribuons cet arrêt de la croissance constaté chez les animaux injectés en premier lieu à l'atrophie du thymus, seul organe ayant subi des modifications qui nous permettent de lui attribuer l'hypoplasie des organes. Nous considérons cette interprétation également justifiée pour la raison qu'une série d'expérimentateurs ont pu déjà obtenir, par la suppression expérimentale du thymus un retard dans l'accroissement des animaux.

La séance est levée à $15^{h}20^{m}$.

E. P.

ERRATA.

(Séance du 28 octobre 1929.)

Note de M. *J. Herbrand*, Recherche des solutions bornées de certaines équations fonctionnelles :

Page 669, ligne 13 en remontant, *au lieu de* $\alpha_2 f\left(\frac{a+b}{2}\right)$, *lire* $\alpha_1 f\left(\frac{a+b}{2}\right)$.

Page 670, ligne 7 en remontant, *au lieu de* $f(x)$, *lire* $|f(x)|$; ligne 4 en remontant, *au lieu de* $|\alpha_1 b'(a) + 2\alpha_0 b'(b)|$, *lire* $|\alpha_2 f'(a) + 2\alpha_0 f'(b)|$.

Page 671, ligne 3, *au lieu de* $|b'(b)|$, *lire* $|f'(b)|$; ligne 11, *au lieu de* $f(\alpha)$, *lire* $f(x)$.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PENDANT L'ANNÉE 1928 (*suite*).

Allemagne.

BERLIN. — *Forschungen und Fortschritte*, F 101[1].
— *Forschritte der Geologie und Paleontologie*, F 114[1].
BREMEN. — *Deutsches meteorologisches Jahrbuch.*
DUISBURG. — *Revue Demag.*
GÖTTINGEN. — Gesellschaft der Wissenschaften : *Abhandlungen Nachrichten*, C 569.
HEIDELBERG. — Badische Landes Sternwarte : *Veröffentlichungen*, V 107.
LEIPZIG. — Sächsische Akademie der Wissenschaften : *Abhandlungen der mathematisch physischen Klasse*, A 44.
— Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften : *Berichte über die Verhandlungen*, B 185.
— *Beiträge zur Physik der freien Atmosphäre*, B 75.
MÜNCHEN. — Akademie der Wissenschaften : *Abhandlungen*, A 36; *Jahrbuch*, J 28; *Sitzungsberichte der mathematisch naturwissenschaftlichen Abteilung*, J 122.
POTSDAM. — Astrophysikalisches Observatorium : *Publikationen*, P 815.

Autriche.

WIEN. — Akademie der Wissenschaften : *Sitzungsberichte*, S 358.
— *Verhandlungen der österreichischen : Kommission für die internationale Erdmessung*, V. 67.

(*A suivre.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 NOVEMBRE 1929.

PRÉSIDENCE DE M. LOUIS MANGIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **B. de Kerékjárto**, professeur à l'Université de Szeged, qui assiste à la séance.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *Contribution à l'étude de la matière fulminante. Les formes serpentines.* Note (¹) de M. **E. Mathias**.

Soit une impureté, *telle que le soufre*, qui, toutes choses égales d'ailleurs, diminue beaucoup la tension superficielle A de la matière fulminante. Si cette impureté est superficielle et en très faible quantité, la foudre globulaire conserve la forme et, à température très élevée, sa couleur est d'un blanc légèrement bleuâtre. Si la proportion de l'impureté est notable, la diminution de la stabilité résultant d'une forte diminution de A est telle que, même en l'absence d'un choc ou d'un rebondissement, la foudre ne peut plus augmenter sa surface, pour réacquérir de la stabilité, qu'en changeant de forme. Alors la sphère se transforme en cylindre terminé par deux hémisphères. En chaque point de la surface *latérale*, l'un des deux rayons de courbure principaux est devenu infini. Lorsque le rayon de courbure principal fini est une petite fraction de la longueur des génératrices de la partie cylindrique, on a une *forme serpentine*, les génératrices primitives du cylindre, tout en demeurant parallèles, prenant alors une courbure plus ou moins grande.

Soit $V = \frac{4}{3}\pi R^3$ le volume de la sphère primitive, supposée transformée,

---

(¹) Séance du 12 novembre 1929.

à température constante, en un cylindre de même volume (que nous supposerons à bases planes, négligeables pour plus de simplicité); soient R′ et l le rayon et la longueur du cylindre équivalent. On a

$$V = \frac{4}{3}\pi R^3 = \pi R'^2 l, \qquad S = 4\pi R^2, \qquad S' = 2\pi R' l.$$

$$\frac{S'}{S} = \frac{1}{2}\pi^{\frac{1}{6}}\left(\frac{4}{3}\right)^{\frac{2}{3}}\frac{l^{\frac{1}{2}}}{V^{\frac{1}{6}}}.$$

Pour un volume donné V de la matière fulminante, l'augmentation de la stabilité, à température constante, mesurée par S′/S, croît d'une façon continue avec $l^{\frac{1}{2}}$; elle devient double, triple, etc. quand l devient 4, 9, ... fois plus grand. On obtient ainsi une *forme stable*, tant que le rapport $\frac{l}{R'}$ n'est pas excessif. Si ce rapport devient trop grand, la matière fulminante, sous l'influence d'un choc léger, retourne à la forme sphérique, la forme serpentine se résolvant, à son tour, en sphères très petites et très stables.

Comme on le voit, la forme serpentine n'est pas nécessairement une *forme de transition* comme il s'en produit souvent à la naissance des foudres ascendantes : tel le *serpent des météores* popularisé par le récit de P. van Musschenbroek. Dans les deux exemples suivants, l'impureté qui produit la forme serpentine est toujours le soufre.

a. A Syssaele, le 23 septembre 1889, « la foudre est tombée sur le sommet de la tour (de l'église).... Le vicaire, qui disait la messe dans le chœur, déclare avoir senti une forte pression et une grande tension autour de lui pendant un certain temps; les fidèles affirment avoir vu un *serpent bleu* (S) descendre verticalement au-dessus de la tête du vicaire; lorsqu'il en fut à quelques centimètres, il se fit une obscurité profonde suivie immédiatement d'un craquement épouvantable; une *boule de feu* (B) éclata et enveloppa la tête du vicaire d'une pluie d'étincelles..., les servants virent une *boule de feu* (C) passer devant eux, *pénétrer en s'allongeant sous une sonnette* placée sur une marche de l'autel, la soulever... et puis disparaître par un tube de fer traversant la muraille.

» Au-dessus du banc de communion pendait une lampe, on vit autour une *boule de feu* (D) grosse comme une tête d'enfant; la boule éclata et répandit une pluie d'étincelles.... On vit aussi un *serpent bleu* (S′) s'agiter sur le sol près du chœur de l'église... » (¹).

(¹) F. Evrard, ingénieur en chef des Télégraphes, et L. Lambotte, ingénieur des Télégraphes, *Sixième Note sur les Observations de foudre en Belgique*, Bruxelles, 1890, p. 70-71.

On peut essayer de reconstruire ainsi l'ordre des faits observés :

Le globe B, dont on ignore l'origine comme celle du premier *serpent bleu* S, a débuté par une décomposition fusante qui a rempli le chœur de noir de fumée et a produit l'obscurité. La décomposition s'accélérant est devenue explosive; le globe B explose en se séparant en deux autres C et D et en faisant voler dans le chœur les plâtras de la muraille. Le globe B ayant disparu, le récit mentionne les méfaits du globe C, qui passe sous une sonnette... puis disparaît par un tube de fer traversant la muraille. Alors commence le récit des méfaits de la foudre D, qui, répandant autour d'elle des pluies d'étincelles, a sûrement une matière fulminante identique à celle du globe B. Le second *serpent bleu* S' n'est à peu près sûrement autre que le premier serpent S, qui a continué sa descente dans l'obscurité et s'est arrêté sur le pavé où on le retrouve à la fin s'agitant près du chœur.

b. Phénomène observé à Agosta, région des monts Sambruini, à 2^{km} de Subiaco, la soirée du 23 avril 1916 :

Vers 21^{h} apparurent sur le clocher *beaucoup de petits serpents lumineux*, semblables à certaines fusées de pyrotechnie, et s'amassèrent en formant une *très longue flamme blanche*, *avec une pointe rouge*, qui entourait la tour haute de 30^{m}. Après quelques petites secondes, une foudre descendit du clocher, rompit une vitre de l'église et alla exploser comme un coup de fusil sur l'autel, devant lequel priaient environ 400 dévots, dont les yeux abaissés ne purent voir la forme de la foudre. Personne ne fut offensé, mais tous eurent une secousse. Seules restèrent immédiatement brûlées les palmes de fleurs artificielles, et il se diffusa une grande puanteur de poudre brûlée, non seulement dans l'église, mais même au dehors (1).

En général, les formes serpentines sulfureuses sont franchement bleues; exceptionnellement elles sont blanches comme celles de l'exemple *b*. L'explication de cette différence sera donnée dans une Note ultérieure.

---

(1) I. Gralli, *Supplemento alla Storia ai Caratteri e agli Effetti del Fulmine globulare* (Estratto dalle *Mem. d. P. Acc. Rom. d. N. Lincei*, 2e série, 2, 1916, § 14, p. 48-49).

PALÉONTOLOGIE. — *Les récifs en coupole du Cambrien de Carteret et les récifs de* Chlorellopsis. Note [1] de M. **A. Bigot**.

Les Archæocyathidés dont j'ai fait connaître la présence dans les calcaires à Trilobites du Cambrien de la région de Carteret [2] sont associés à des organismes que j'ai figurés et brièvement décrits en 1925 [3].

Ces organismes, associés à des calcaires oolithiques, forment dans les calcaires des masses en coupole surbaissée, pouvant atteindre $1^{m},20$ de diamètre. Ces petits récifs calcaires s'alignent, en place, dans un même banc de calcaire. La Société géologique de France a eu l'occasion de les étudier le 17 septembre dernier au cours de sa Réunion extraordinaire.

Les récifs en coupole sont formés par des couches concentriques d'épaisseur variable entre 4 et 13^{cm}. Chacune de ces couches est constituée par des buissons d'organismes ramifiés, à section arrondie, sans cavité centrale, implantés normalement à la surface inférieure de la couche. La figure 13 de ma Note de 1925 montre cette disposition. Sur les sections longitudinales on aperçoit vaguement une structure en lamelles convexes, mal conservée.

Ces organismes sont parfois intimement liés à d'autres organismes formés de lamelles parallèles; la figure 16 de ma Note montre cette association. Tantôt les organismes en buisson sont implantés sur les organismes lamelleux, tantôt leur croissance est interrompue par ceux-ci.

Avec les organismes en buisson, formant les récifs en coupole, on trouve dans les calcaires de Carteret d'autres organismes rappelant les Stromatoporoïdes par leur forme en écuelle épaisse ou en segment sphérique, par l'aspect de leur surface et de leurs sections. Ils sont constitués, comme les organismes associés aux formes en buisson, par des lamelles concentriques, entre lesquelles on aperçoit vaguement des traces de petites cloisons transversales. La surface de ces organismes est mamelonnée; elle présente parfois des cavités en entonnoir. Cette structure est figurée dans la planche VIII de ma Note.

---

(1) Séance du 12 novembre 1929.

(2) *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 1237-1239.

(3) *Sur les calcaires cambriens de la région de Carteret et leur Faune*, Note préliminaire (*B. S. Linn. Norm.*, 7e série, 8, 1925, p. 130-144, pl. IV à VIII).

M. Wilmot H. Bradley vient de décrire et de figurer [1] des organismes formant récif dans les dépôts éocènes lacustres de la Formation de Green River, Utah; ces récifs sont connus sur une grande étendue de la surface occupée par les dépôts de cette Formation. M. Wilmot H. Bradley rapporte ces organismes au *Chlorellopsis coloniata* Reis, algue calcaire du Miocène lacustre de la Vallée du Rhin.

Les descriptions et les figures du Mémoire de M. Wilmot accusent de très grandes ressemblances avec les organismes de Carteret : même disposition en dômes, ou en vesce de loup (*puff ball*), en calottes, en masses botryoïdes, même disposition ramifiée ou avec structure en lames concentriques. La planche 35, les figures B des planches 43 et 44, la figure A de la planche 45 sont comparables à celles que j'ai données ou qu'on pourrait donner des organismes de Carteret.

Toutefois, la structure des organismes de Carteret est mal conservée; je n'ai pu y reconnaître la structure cellulaire des *Chlorellopsis* de Green River, ni une structure caratéristique d'une algue calcaire. D'autre part, les cavités infundibuliformes des organismes de Carteret n'ont jamais la régularité de celles que M. Wilmot a figurées (pl. 37 et 38).

Il serait donc imprudent d'affirmer que les organismes en coupoles et les organismes stromatoporoïdes de Carteret appartiennent au genre *Chlorellopsis*. Mais il est très vraisemblable que ce sont des Algues qui, avec les Archæocyathidés, ont édifié, dans la mer cambrienne du Cotentin des récifs en coupole comparables à ceux qui ont été édifiés par les *Chlorellopsis* dans les lacs éocènes ou miocènes ou par les *Collenia? prolifera* Walcott dans les mers cambriennes des Montagnes Rocheuses [2].

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Les spirochètes récurrents marocains du groupe* hispanicum *ne sont pas séparables en espèces*. Note de MM. **Charles Nicolle** et **Charles Anderson**.

Si on laisse de côté *Sp. obermeieri* de la fièvre récurrente mondiale transmise par les poux, les agents des fièvres récurrentes du Maroc qui ont fait l'objet d'une étude expérimentale sont au nombre de trois : le spirochète de

---

(1) *Algae reefs and oolites of the Green River Formation* (*Professional Papers U. S. Geol. Survey*, 154 G, mars 1929).

(2) Ch. D. Walcott, *Pre-Devonian paleozoïc formations of the Cordilleran Provinces of Canada* (*Smiths. Misc. Coll.*, 75, n° 5, 1928, p. 294, pl. 56 et 57).

Mansouria, isolé d'exemplaires d'*Ornithodorus marocanus* de terriers de petits rongeurs; un spirochète d'un cas de récurrente humaine isolé par Hornus; le spirochète isolé par P. Delanoë d'*Ornithodorus marocanus* provenant d'un terrier de porc-épic de la région des Doukkala.

Nous avons étudié les deux premiers parallèlement au spirochète de la récurrente espagnole et conclu que tous trois appartenaient à un même groupe, caractérisé par sa haute virulence pour le cobaye, le groupe *hispanicum*. Dans ce groupe, nous avons reconnu que le spirochète d'Hornus était plus voisin du spirochète espagnol que de celui de Mansouria.

Delanoë est allé plus loin. Étudiant comparativement son spirochète des terriers de porc-épic et le spirochète de Mansouria, il les a trouvés si voisins qu'il en a fait une espèce particulière *Sp. marocanum*, distincte, selon lui, de *Sp. hispanicum* d'Espagne auquel il rattache le spirochète d'Hornus. La principale différence entre ces deux espèces serait leur action pathogène pour l'homme : l'infection naturelle ou expérimentale par *Sp. hispanicum* étant une récurrente à accès plus ou moins nombreux, l'infection expérimentale par *Sp. marocanum* ne se traduisant que par un accès unique (l'infection naturelle n'a pas été reconnue; mais Delanoë croit à son existence).

A l'appui de son opinion, notre collègue a présenté cinq observations d'hommes, inoculés par lui, dont trois avec le virus porc-épic, deux avec le virus Mansouria. Dans quatre des cas, il y eut accès unique; dans un (avec le virus Mansouria), deux accès fébriles (mais Delanoë considère le second accès comme n'étant pas dû au spirochète).

Nous n'avions pas pratiqué d'inoculation humaine de notre virus de Mansouria, jugeant inutile cette expérience puisque nous assimilions ce spirochète aux autres spirochètes du groupe *hispanicum* et parce que nous ne pensons pas qu'on puisse établir légitimement des espèces valables dans ce groupe. Les résultats, publiés par Delanoë, demandaient un contrôle.

Le 21 octobre, avec le concours d'E. Conseil, nous instillons dans l'œil d'un aliéné une goutte de sang provenant d'un cobaye de passage de notre virus de Mansouria. Ce mode de contamination est celui qui se rapproche le plus du mode naturel en raison du petit nombre de spirochètes qu'il inocule. Le 9ᵉ jour, la température s'élève et le malade présente un accès fébrile d'une durée de deux jours; le 13ᵉ jour, second accès durant un jour; le 16ᵉ jour, troisième accès de 48 heures de durée; le 19ᵉ jour, quatrième accès durant un seul jour; le 21ᵉ jour, cinquième accès de deux jours de durée. Jugeant inutile de continuer l'expérience, nous faisons instituer un traitement arsenical. La présence des spirochètes a été constante dans le sang du 9ᵉ au 23ᵉ jour; ils se sont montrés rares ou peu nombreux pendant les accès, exceptionnels dans les jours intercalaires.

Si l'on rapproche cette observation des deux expériences, pratiquées par Delanoë avec le même virus de Mansouria, on voit que ce virus, inoculé à trois personnes, a donné une fois un seul accès, une fois deux, une fois cinq accès au moins. *Le spirochète de Mansouria est donc bien un spirochète récurrent pour l'homme* et comme, conformément aux recherches patientes et aux conclusions de Delanoë, il est tout à fait voisin du spirochète des terriers de porc-épic, il n'y a pas lieu de créer pour eux une espèce particulière qui se distinguerait de *Sp. hispanicum* d'Espagne et du Maroc par son absence de récurrence chez l'homme.

On ne connaît donc au Maroc qu'un seul groupe de spirochètes transmis par les tiques, *Sp. hispanicum*.

M. **A. Mesnager** s'exprime en ces termes :

J'ai l'honneur de faire hommage à l'Académie du fascicule X du *Mémorial des Sciences physiques*, dans lequel j'ai exposé une méthode expérimentale basée sur la double réfraction accidentelle pour la détermination des efforts intérieurs dans les solides. Cette méthode m'a permis de contrôler expérimentalement les bases de la résistance des matériaux, de résoudre facilement quelques problèmes d'élasticité et de prévoir, par une étude sur modèle réduit, les tensions qui se produiront dans un ouvrage projeté.

COMMISSIONS.

Par la majorité absolue des suffrages, MM. **E. Picard**, **G. Kœnigs**, pour la Division des Sciences mathématiques; MM. **A. Lacroix**, **F. Mesnil**, pour la Division des Sciences physiques; MM. **P. Sabatier**, **Ch. Flahault**, Membres non résidants, sont désignés pour faire partie de la Commission qui, sous la présidence de M. le Président, dressera une liste de candidats à la place de Membre non résidant, vacante par le décès de M. *Ch. Depéret*.

NOMINATIONS.

M. **F. Mesnil** est désigné pour représenter l'Académie au deuxième *Congrès international du Paludisme* qui aura lieu à Alger en 1930.

ÉLECTIONS.

Par 13 suffrages, contre 8 à M. Gabriel Bertrand, 5 à M. G. Urbain, 1 à M. Ch. Fabry et 4 bulletins blancs, M. **J. Perrin** est désigné pour faire partie du Conseil national de l'*Office national des recherches scientifiques et industrielles et des inventions.*

PLIS CACHETÉS.

M. **A. Lafay** demande l'ouverture d'un pli cacheté reçu dans la séance du 16 juillet 1918 et inscrit sous le n° 8553.

Ce pli, ouvert en séance par le M. Président, contient une *Contribution à l'étude de l'effet Chilowski* et une *Note complémentaire.*

(Renvoi à l'examen de M. R. Bourgeois.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Leçons sur les systèmes d'équations aux dérivées partielles*, par Maurice Janet.

2° R. Bricard. *Le calcul vectoriel.* (Présenté par M. M. d'Ocagne.)

3° *Les problèmes des isopérimètres et des isépiphanes*, par T. Bonnesen. (Présenté par M. E. Borel.)

GÉOMÉTRIE. — *Sur les points caractéristiques d'une courbe appartenant à un système continu.* Note [1] de M. **G. Nicoladzé.**

Soit donné sur le plan (x, y) un système continu de courbes à p paramètres, déterminé par l'équation

$$F(x, y, \lambda_j) = 0 \qquad (j = 1, 2, \ldots, p), \tag{1}$$

où F est une fonction dérivable jusqu'à l'ordre voulu en x, y et λ_j.

J'ai introduit dans ma Thèse [2] la notion du *système osculateur d'ordre k*

(1) Séance du 12 novembre 1929.

(2) G. Nicoladzé, *Sur les systèmes continus de figures géométriques*, Paris, A. Blanchard, 1928.

dans (λ_j^0), déterminé par l'équation

$$(2)\qquad F(x, y, \lambda_j^0) + \sum_j \frac{\partial F(x, y, \lambda_j^0)}{\partial \lambda_j}\mu_j + \ldots + \sum_{j_1 \ldots j_k} \frac{\partial^k F(x, y, \lambda_j^0)}{\partial \lambda_{j_1} \ldots \partial \lambda_{j_k}} \mu_{j_1 \ldots j_k} = 0,$$

où les $\mu_j, \mu_{j_1 j_2}, \ldots, \mu_{j_1 \ldots j_k}$ sont des paramètres arbitraires.

Je voudrais à présent généraliser une autre notion due à M. Severi et démontrer quelques propriétés qui sont du reste les conséquences immédiates de mes théorèmes précédents ([1]).

Définition I. — *J'appelle* point caractéristique principal d'ordre k de (λ_j^0) *tout point de base* (x^0, y^0) *du système* (2).

Nous avons donc pour ce point les équations suivantes ([2]) :

$$(3)\qquad F^0 = 0, \qquad \frac{\partial F^0}{\partial \lambda_s} = 0, \qquad \ldots, \qquad \frac{\partial^k F^0}{\partial \lambda_{j_1} \ldots \partial \lambda_{j_k}} = 0.$$

Pour $k = 1$, nous retombons évidemment sur la notion de M. Severi.

Définition II. — *J'appelle le point précédent génériquement caractéristique si en ce point, pour* $m = 1, 2, 3, \ldots,$ *toutes les courbes du système osculateur d'ordre* m *en* (λ_j^0) *admettent un contact d'ordre* $k - m$ *(au moins) avec* (λ_j^0).

Soit $x = x(t), y = y(t)$ avec $x(t^0) = x^0, y(t^0) = y^0$, les équations de (λ_j^0). Remplaçons x, y par $x(t), y(t)$ dans (1); alors outre les (3) nous avons encore :

$$(4)\qquad \begin{cases} \dfrac{\partial}{\partial \lambda_j}\left(\dfrac{\partial F^0}{dt}\right) = 0, \quad \ldots, \quad \dfrac{\partial}{\partial \lambda_j}\left(\dfrac{d^{k-1} F^0}{dt^{k-1}}\right) = 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ \dfrac{\partial^{k-1}}{\partial \lambda_{j_1} \ldots \partial \lambda_{j_{k-1}}}\left(\dfrac{dF^0}{dt}\right) = 0. \end{cases}$$

Évidemment (3) et (4) sont invariantes par rapport à tout changement régulier des paramètres λ_j.

Théorème I. — *Quand le point* (x^0, y^0) ([3]) *caractéristique principal d'ordre* k *de* (λ_j^0) *est mobile d'une manière continue en fonction des* λ_j, *ce point est génériquement caractéristique.*

Démonstration. — Soient $\lambda_j = \lambda_j(t)$ avec $\lambda_j(t^0) = \lambda_j^0$ les équations de la variation des λ_j et $x = \bar{x}(t), y = \bar{y}(t)$ avec $\bar{x}(t^0) = x^0, \bar{y}(t^0) = y^0$ celles

---

([1]) *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 342.

([2]) F^0 désigne ici et plus bas $F(x^0, y^0, \lambda_j^0)$.

([3]) Je suppose que le point (x^0, y^0) est un point ordinaire de (λ_j^0).

du déplacement correspondant de (x^0, y^0) ; nous avons donc

$$(5) \quad F[\bar{x}(t), y(t), \lambda_j(t)] = 0; \quad \ldots, \quad \frac{\partial^k}{\partial\lambda_{j_1} \ldots \partial\lambda_{j_k}} F[\bar{x}(t), \bar{y}(t), \lambda_j(t)] = 0.$$

Dérivons successivement les premiers membres des équations (5) en commençant par l'avant-dernier groupe. Nous obtenons immédiatement toutes les équations (4), ce qui démontre la proposition.

En outre, cette démonstration met en évidence la proposition suivante :

Théorème II. — *Quelles que soient les fonctions $\lambda_j(t)$, l'élément de la trajectoire de (x^0, y^0) est au $(k+1)^{ième}$ ordre près, confondu avec l'élément correspondant de (λ_j^0).*

Le système (1) étant à p paramètres, le mouvement de (λ_j^0) portant le point (x_0, y_0) mobile peut avoir $m \leq p$ degrés de liberté. Mais, comme chaque élément de la trajectoire de (x^0, y^0) est fixe, la trajectoire elle-même est fixe : elle est l'enveloppe de tous ces éléments. Il en résulte donc :

Théorème III. — *Quel que soit le degré m de liberté du mouvement de (λ_j^0) portant (x^0, y^0), le mouvement de ce point est équivalent à celui à un paramètre; (x^0, y^0) décrit une courbe fixe qui est l'enveloppe d'ordre k de toutes les (λ_j^0) portant (x^0, y^0).*

Si $m = p$, la courbe (λ_j^0) est générique. On a alors réciproquement :

Théorème IV. — *Quand la courbe générique (λ_j^0) admet en un point mobile (x^0, y^0) un contact d'ordre k avec la courbe fixe* C, *le point (x^0, y^0) est génériquement caractéristique principal d'ordre k de (λ_j^0).*

Démonstration. — Supposons $\lambda_j = \lambda_j(t)$ avec $\lambda_j(t^0) = \lambda_j^0$; alors nous avons [1] :

$$[F x^0, y^0, \lambda_j(t^0)] = 0; \qquad \frac{d}{dt} F[x^0, y^0, \lambda_j(t^0)] = 0; \qquad \ldots; \quad \frac{d^k}{dt^k} F[x_0, y_0, \lambda_j(t_0)] = 0,$$

Effectuons la dérivation en tenant compte du fait que, dans le cas de (λ_j^0) générique, les $\lambda_j(t)$ sont des fonctions arbitraires. Nous obtenons alors toutes les équations (3). (x^0, y^0) est donc le point caractéristique principal d'ordre k. Comme il est mobile, le théorème est démontré.

---

(1) Voir par exemple Julia, *Éléments de Géométrie infinitésimale*, p. 41, Paris, 1927.

GÉOMÉTRIE. — *Recherches sur les courbes convexes et les couvercles.* Note de M. J. **Favard**, présentée par M. Hadamard.

Un certain nombre des résultats ou des définitions qui vont suivre peuvent s'étendre aux corps convexes.

Approximation. — Soient (C) et (Γ) deux courbes convexes, bornées et fermées, données dans un plan. Parmi toutes les courbes convexes homothétiques à (Γ) et qui contiennent à leur intérieur tous les points intérieurs à (C), nous choisirons celles dont le rapport d'homothétie à (Γ) est le plus petit possible et nous les appellerons courbes circonscrites à (C).

Un sens de parcours ayant été choisi sur (C) et ses droites d'appui orientées, les directions d'appui communes à (C) et à l'une de ses circonscrites ne peuvent pas être dans un même demi-plan ouvert.

D'une manière analogue on peut définir les courbes homothétiques à (Γ) et inscrites à (C). Si une courbe a plusieurs circonscrites, elle n'a qu'une inscrite et inversement.

Aire mixte. — La notion précédente permet de donner une démonstration très simple de l'inégalité de Minkowski relative à l'aire mixte de deux courbes convexes. A cet égard, si l'on désigne par L_1 et S_1, L_2 et S_2 les longueurs et les aires respectives des deux courbes et par M leur aire mixte, j'ai trouvé que

$$M \geqq \frac{L_1 L_2}{4\pi} - \sqrt{\left(\frac{L_1^2}{4\pi} - S_1\right)\left(\frac{L_2^2}{4\pi} - S_2\right)},$$

inégalité meilleure, en général, que celle de Minkowski; le signe d'égalité n'ayant lieu que si l'une des courbes est semblable à une courbe parallèle à l'autre.

Couvercles. — Étant donnés un ensemble (E) de courbes convexes, définies à un déplacement près, et une courbe convexe (Γ), on peut se proposer les quatre problèmes suivants :

I. Trouver la plus *grande* des circonscrites aux courbes de l'ensemble (E) et semblables à (Γ) (couvercle direct).

I'. Trouver la plus *petite* de ces circonscrites (couvercle inverse).

II. Trouver la plus *petite* des inscrites aux courbes de l'ensemble (E) et semblables à (Γ) (couvercle direct).

II'. Trouver la plus *grande* de ces inscrites (couvercle inverse).

Dans ma Note aux *Comptes rendus* du 6 mai dernier, j'ai parlé du pro-

blème I pour l'ensemble (E) des courbes de longueur et de surface données et lorsque (Γ) est un cercle.

Quelques modifications dans la méthode suivie m'ont permis de résoudre, théoriquement et dans des cas étendus, le problème I pour l'ensemble des courbes de surface donnée et dont l'aire mixte avec une courbe donnée (C) est connue. Les calculs peuvent être poussés jusqu'au bout dans le cas où (C) et (Γ) sont : l'un un cercle ou une ellipse, l'autre un polygone régulier simple, ou bien tous les deux des polygones réguliers simples.

Une généralisation des orbiformes. — Soient (C) une courbe donnée et (*c*) une autre courbe; en général, lorsqu'on fait tourner (*c*) autour d'un point, l'aire mixte de (C) et de (*c*) change de valeur; si elle ne change pas nous dirons que (*c*) est O(C). L'ensemble O(C) comprend, avec deux courbes (C_1) et (C_2) toute la série linéaire qu'elles engendrent, avec une courbe toutes celles qui lui sont semblables ou parallèles.

Le cas des orbiformes correspond au cas où (C) est un segment de droite.

Les courbes O des polygones réguliers sont particulièrement simples; celles du triangle équilatéral sont les courbes C_3 de Meissner (¹), celles du carré sont telles que tout rectangle formé par quatre droites d'appui a un périmètre constant.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur quelques propriétés des fonctions algébroïdes.* Note de M. **Georges Valiron**, présentée par M. Émile Borel.

1. Comme je l'ai déjà indiqué, les résultats de ma Note du 21 octobre (²) valent pour toutes les algébroïdes, l'inégalité (2) restant vraie sauf dans certains intervalles. En utilisant l'identité de M. Borel employée par M. Nevanlinna dans son ouvrage sur les fonctions méromorphes (³), on obtient l'inégalité

$$N[r, \psi(a)] > \nu T(r) - K[\log T(r) + \log r]$$

valable pour $r > r(a)$ pourvu que a soit extérieur à un ensemble de mesure

(¹) Meissner, *Vierteljahrschrift der Naturforsch. Gesellsch. in Zurich*, 54, 1909, p. 309.

(²) *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 623-625.

(³) *Le théorème de Picard-Borel et la théorie des fonctions méromorphes*, p. 65, Paris, Gauthier-Villars, 1929.

linéaire nulle (lorsque l'ordre est infini, r est extérieur à des intervalles, indépendants de a, dans lesquels la variation totale de $\log r$ est finie.

2. En combinant les inégalités fondamentales relatives à deux algébroïdes comme M. Nevanlinna le fait dans le cas des fonctions méromorphes uniformes on trouve ce théorème général d'unicité.

Si $u(z)$ et $w(z)$ sont deux algébroïdes méromorphes à ν et ν' branches respectivement, si $\nu \geqq \nu'$ et si pour $4\nu + 1$ valeurs distinctes de a les équations

$$u(z) = a, \quad w(z) = a$$

sont vérifiées aux mêmes points du plan simple avec le même degré total de multiplicité, $w(z)$ est identique à $u(z)$.

Il existe effectivement des fonctions distinctes à ν branches prenant les mêmes 4ν valeurs aux mêmes points, mais ces fonctions sont très particulières.

3. Nous dirons qu'un chemin Γ s'éloignant indéfiniment dans le système riemannien de ν feuillets plans correspondant à $u(z)$ est un chemin de détermination a et que a est valeur asymptotique de $u(z)$ si la valeur (unique) de $u(z)$ sur Γ tend vers une limite lorsque $|z|$ croît indéfiniment. Pour une algébroïde entière, c'est-à-dire pour laquelle $A_\nu(z) \equiv 1$, il existe des chemins de détermination indéfinie. On le voit comme pour une fonction entière en appliquant la méthode de Lindelöf et Phragmen à l'un des continua non bornés définis par $|f(z)| > C$ (1). D'une façon générale toute valeur exceptionnelle au sens de Picard est valeur asymptotique.

Remarquons ici qu'une fonction $f(z)$ étant holomorphe pour $|z| < 1$, il peut n'exister aucun chemin aboutissant à la circonférence de ce cercle sur lequel $|f(z)|$ tendrait vers l'infini, même lorsque $f(z)$ est d'ordre infini et ne possède qu'un seul point singulier sur la circonférence.

Pour une fonction méromorphe d'ordre fini n'admettant qu'une seule valeur exceptionnelle de Borel, il peut n'exister aucune valeur asymptotique, mais s'il y a deux valeurs exceptionnelles de Borel ces valeurs sont asymptotiques. Dans le cas des algébroïdes méromorphes deux valeurs exceptionnelles B ne suffisent plus pour entraîner l'existence de valeurs asymptotiques.

4. Supposons $u(z)$ d'ordre fini ρ. On peut former une fonction méromorphe $f(z, a)$, d'ordre ρ au plus, dont les pôles tous simples et de résidus

(1) G. Valiron, *Comptes rendus*, 166, 1918, p. 382-384.

entiers ou fractionnaires sont les pôles et les zéros de $u(z) - a$ et telle que

$$\frac{u'(z)}{u(z) - a} = f(z, a) + g(z \mid a),$$

$g(z, a)$ étant une algébroïde de degré ν n'admettant plus que les points de ramification de $u(z)$ en lesquels $u(z) \neq a$ et qui ne peut être infinie qu'en ces points. Comme on a, sauf dans certains intervalles,

$$g(z, a) < r^{K},$$

la condition nécessaire et suffisante pour que $g(z, a)$ soit algébrique est qu'elle n'ait qu'un nombre fini de points de ramification, nous dirons alors que le nombre fini a est une *valeur spéciale*. Il s'ensuit que la condition nécessaire et suffisante pour qu'il y ait plus d'une valeur spéciale est que $u(z)$ n'ait qu'un nombre fini de points de ramification; une telle algébroïde sera dite *spéciale*. Si une algébroïde spéciale admet deux valeurs exceptionnelles B son ordre est un nombre rationnel et les deux valeurs en question sont valeurs asymptotiques.

Si a est valeur spéciale d'une algébroïde ordinaire et si a et ∞ sont valeurs exceptionnelles B, l'ordre est encore rationnel, a et ∞ sont valeurs asymptotiques, il n'y a pas d'autres valeurs exceptionnelles B.

Les valeurs que Rémoundos appelait doublement exceptionnelles rentrent dans ce dernier cas, mais l'inverse n'a pas lieu.

D'une façon générale, l'ordre étant quelconque, a sera dit valeur spéciale de Borel si $g(z, a)$ est d'ordre inférieur à celui de $u(z)$. La condition nécessaire et suffisante pour qu'il existe deux telles valeurs est que l'ordre de la fonction N relative aux points de ramification s'abaisse; alors il ne peut y avoir que deux valeurs exceptionnelles B au plus. En introduisant des hypothèses de cette espèce, mais plus précises, on diminue le nombre 2ν figurant dans l'inégalité fondamentale.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur un problème de M. Borel.* Note de M. **Harald Bohr**, présentée par M. Émile Borel.

Dans *L'Intermédiaire des Mathématiciens* (avril 1899), M. Borel a proposé la question suivante sur les fonctions entières :

Peut-on trouver une fonction dont le module ne dépasse l'unité qu'à l'intérieur d'un angle aussi petit que l'on veut (donné d'avance) ou même seulement à l'intérieur d'une parabole.

Comme on le sait, la réponse à cette question, dans la forme que lui a donnée M. Borel, est positive. Dans sa belle conférence au Congrès international à Rome (1908) Mittag-Leffler a donné un aperçu de la théorie à laquelle le problème de M. Borel a donné naissance.

Dans cette Note je donnerai la solution définitive du problème de M. Borel en précisant d'abord le problème de la manière suivante :

PROBLÈME. — *Quelle est la condition nécessaire et suffisante à laquelle doit satisfaire un ensemble* E *de points dans le plan complexe, pour qu'il existe une fonction entière, qui reste bornée, ou même tende uniformément vers zéro, dans tout l'ensemble complémentaire de* E.

Pour abréger, nous appelons un ensemble de points du plan complexe une « bande », s'il forme un environ (d'ailleurs arbitrairement étroit) d'une courbe continue tendant vers l'infini, c'est-à-dire s'il est ouvert et contient une telle courbe. Alors la solution du problème de M. Borel, généralisé de la manière susdite, peut s'énoncer comme suit :

SOLUTION. — *Pour qu'un ensemble* E *ait la propriété désirée, il faut et il suffit, qu'il contienne une bande.*

La nécessité de notre condition est presque évidente. Toute la difficulté consiste à démontrer qu'elle est aussi suffisante. Une démonstration détaillée, basée sur une idée différente de celle employée par Mittag-Leffler dans ses recherches mentionnées ci-dessus, sera donnée dans un autre Recueil.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un développement des fonctions holomorphes.* Note (¹) de M. **GASTON JULIA.**

Soit $f(z)$ une fonction entière de z, ou un polynome

$$f(z) = z + f_2 z^2 + f_3 z^3 + \dots$$

On considère la série

$$a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} a_n f(z^n) \tag{1}$$

qui se réduit à la série de puissances lorsque $f(z) = z$; on appelle série

(¹) Séance du 12 novembre 1929.

associée la série

$$(2)\qquad a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} a_n z^n.$$

et ρ le rayon de convergence de (2).

I. *Convergence de* (1). — Il existe toujours un nombre R, *rayon de convergence uniforme de* (1), tel que :

1° La série (1) converge absolument en tout point z de module $< R$, et uniformément dans tout cercle $|z| \leqq R - \varepsilon$.

2° Hors du cercle $|z| = R$, les points de divergence de (1) sont denses partout. Si f est polynome, en tout point $|z| > R$, la série (1) diverge; si f est transcendante, il peut y avoir des *lignes* de convergence uniforme extérieures à $|z| = R$, mais *non des aires*, et chaque ligne de cette espèce ne peut être rencontrée en plus d'un point par un cercle $|z| = r > R$.

Si $M(r) = \text{Max. de } |f(z)|$ sur $|z| = r$, R sépare les nombres r pour lesquels l'expression $|a_n| M(r^n)$ reste bornée de ceux pour lesquels elle ne reste pas bornée.

Lorsque $\rho \leqq 1$, on a $R = \rho$. Lorsque $\rho > 1$, on a $R = \rho^{\frac{1}{d}}$, si f est un polynome de degré d; mais, si f est transcendante, on a $R = 1$, *quel que soit* ρ *fini et* > 1 : R ne peut dépasser 1, pour f transcendante, que si la série associée (2) définit une fonction *entière* $a_0 + \varphi(z)$ qui est d'*ordre nul* lorsque f, supposée par exemple à croissance régulière, est d'ordre *non nul*.

II. *Développement d'une fonction* F(z), *holomorphe à l'origine, en série du type* (1). — *Il existe toujours une et une seule série du type* (1) [$f(z)$ donné *a priori*], convergeant absolument et uniformément, au voisinage de l'origine, vers une fonction donnée F(z), holomorphe à l'origine, et par ailleurs quelconque. Les a_n sont déterminés par la formule récurrente

$$a_n = \frac{1}{2\pi i} \int_{C_r} \frac{F(z) - a_0 - a_1 f(z) - \ldots - a_{n-1} f(z^{n-1})}{z^{n+1}} dz,$$

C_r = cercle de centre O, de rayon r assez petit.

Soit δ la distance à O du point singulier de F(z) le plus voisin de O.

1° Si $\delta \leqq 1$, le rayon R de convergence uniforme de la série (1) ainsi formée est $R = \delta$, comme pour la série de Taylor classique.

2° Si $\delta > 1$ le rayon R est *en général égal à un*. C'est seulement pour des fonctions F(z) *particulières*, *liées à la fonction* $f(z)$ servant à la représentation (1), qu'on peut avoir $R > 1$. [On peut donner des conditions nécessaires pour que R soit > 1; on en trouvera, avec d'autres détails et des

exemples des particularités de convergence signalées au I dans le Mémoire prochain qui développera cette Note.] Donc ici, en général, $1 = R < \delta$, et le domaine de convergence uniforme de (1) est *plus petit que celui de la série de Taylor.*

C'est donc pour $\delta \leqq 1$ seulement que la représentation d'une fonction quelconque $F(z)$ par (1) est valable dans un domaine aussi étendu que celui de la série de Taylor. On peut toujours poser $z = \lambda u$, avec $|\lambda| \geqq \delta$, former la série (1) relative à $F_1(u) = F(\lambda u)$, et obtenir ainsi une série du type généralisé (1'), $a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} a_n f\left[\left(\frac{z}{\lambda}\right)^n\right]$, ayant même domaine de convergence uniforme vers $F(z)$ que la série de Taylor.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le polynome de Tchebycheff de la meilleure approximation.* Note [1] de M. **Jacques Chokhate**, transmise par M. Appell.

Je vais étendre les résultats de ma Note antérieure [2], en ne considérant ici que des intervalles finis et des polynomes dont le degré ne surpasse pas un entier fixe $n\ (\geqq 0)$, d'ailleurs arbitraire.

1. Théorème I. — *Soient données dans un intervalle (a, b) une fonction continue $f(x)$ (non identique à un polynome de degré $\leqq n$) et une autre $\psi(x)$ toujours croissante ou admettant, au moins, une infinité des points de croissance y partout dense. Désignons respectivement par $\Pi_n(x)$, $P(x)$ le polynome de la meilleure approximation $(= E_n)$ de $f(x)$ dans (a, b) et le polynome (unique) qui rend minima l'intégrale*

$$I = \int_a^b |f(x) - P(x)|^m \, d\psi(x) \qquad (m > 1).$$

Alors $m \to \infty$ entraîne $P(x) \to \Pi_n(x)$ uniformément dans (a, b), $I^m \to E_n$.

Dans le cas où $m =$ un entier pair $2M$, le procédé élémentaire de différentiation donne les équations

$$(1) \qquad \int_a^b x^i [f(x) - P(x)]^{2M-1} \, d\psi(x) = 0 \qquad (i = 0, 1, \ldots, n).$$

(1) Séance du 12 novembre 1929.

(2) *Comptes rendus*, 187, 1928, p. 875-876.

Envisageons la fraction continue (nécessairement existante)

$$(2)\qquad \int_a^b \frac{d\psi(y)}{x-y} = \frac{\lambda_1}{|x-c_1} - \frac{\lambda_2|}{|x-c_2} - \dots \qquad (\lambda_i > 0,\ c_i - \text{const.})$$

et les dénominateurs $Q_n(x) = x^n + \dots$ $(n = 0, 1, \dots)$ de ses convergentes successives. Les relations (1) donnent, en vertu de

$$(3)\qquad \int_a^b Q_m Q_n \, d\psi = 0 \qquad (m, n = 0, 1, \dots; m \neq n);$$

1° $\varphi(x) \equiv [f(x) - P(x)]^{2M-1} \sim \sum_{n+1} A_i Q_i(x) \qquad \left(A_i = \int_a^b \varphi Q_i \, d\psi : \int_a^b Q_i^2 \, d\psi\right)$;

2° $\varphi(x)$ a au moins $n+1$ variations de signe dans (a, b).

2. Théorème II. — *On peut remplacer dans l'énoncé précédent* (a, b) *par un ensemble fini* E *de* ν $(\geqq n+2)$ *points* x_k *points de croissance de* $\psi(x)$, $\Pi_n(x)$ *donnant alors la meilleure approximation de* $f(x)$ *sur* E.

Prenons, comme ci-dessus, $m = 2M$. Les résultats précédents subsistent, proprement modifiés, à savoir :

1° $\qquad \varphi(x_k) \equiv [f(x_k) - P(x_k)]^{2M-1} = \sum_{n+1}^{\nu-1} A_i Q_i(x_k) \qquad (k = 1, 2, \dots, \nu);$

2° La suite $\{\varphi(x_k)\}$ $(k = 1, \dots, \nu)$ présente au moment $n+1$ variations de signe. Le cas le plus intéressant est $\nu = n+2$. Ici on a

$$(4)\qquad \left[\frac{f(x_k) - P(x_k)}{f(x_j) - P(x_j)}\right]^{2M-1} = \frac{Q_{n+1}(x_k)}{Q_{n+1}(x_j)},$$

avec le signe de $(-1)^{k-j}$ $\qquad (k, j = 1, 2, \dots, n+2)$

[d'où, avec $M = 1$, $f(x) \equiv x^{n+1}$, on obtient : $x^{n+1} - P(x) \equiv Q_{n+1}(x)$].

Prenons, pour plus de simplicité, $\psi(x_k + 0) - \psi(x_k - 0) = 1$ $(k = 1, 2, \dots, n+2)$. Il s'agit alors de la fraction continue finie

$$(5)\qquad \frac{Q'(x)}{Q(x)} = \sum_1^{n+2} {}_k \frac{1}{x - x_k} = \frac{\lambda_1|}{|x-c_1} - \frac{\lambda_2|}{|x-c_2} - \dots - \frac{\lambda_{n+2}|}{|x-c_{n+2}}$$

$$\left[Q(x) = \prod_1^{n+2} {}_k (x - x_k)\right].$$

Passons à la limite $M \to \infty$. (4) et (1) dounent respectivement

$$(6) \qquad \frac{f(x_k) - \Pi_n(x_k)}{f(x_j) - \Pi_n(x_j)} = (-1)^{k-j} \qquad (k, j = 1, 2, \ldots, n+2),$$

ce qui exprime la propriété la plus caractéristique de $\Pi_n(x)$;

$$(7) \quad \Delta_n \equiv \Delta_n(\Pi_n; x) = \begin{vmatrix} 1 & \cdot & \frac{x_1^2 - x_3^2}{x_1 - x_3} & \cdots & \frac{x_1^n - x_3^n}{x_1 - x_3} & \frac{f_1 - f_3}{x_1 - x_3} \\ \cdot & & \cdots\cdots & \cdots & \cdots\cdots & \cdots\cdots \\ 1 & & \frac{x_n^2 - x_{n+2}^2}{x_n - x_{n+2}} & \cdots & \frac{x_n^n - x_{n+2}^n}{x_n - x_{n+2}} & \frac{f_n - f_{n+2}}{x_n - x_{n+2}} \\ x_{n+1} + x_{n+2} - 2x & & \cdots\cdots & \cdots & x_{n+1}^n + x_{n+2}^n - 2x^n & f_{n+1} + f_{n+2} - 2\Pi_n \end{vmatrix} = 0$$

$$[f(x_i) \equiv f_i].$$

$$(8) \qquad \Pi_n(x) = \frac{f_{n+1} + f_{n+2}}{2} - \frac{1}{2K} \sum_{i,j=1}^{n} (-1)^{i+j} K_{i,j} \left(\frac{f_i - f_{i+2}}{x_i - x_{i+2}}\right) (x_{n+1}^j + x_{n+2}^j - 2x^j),$$

$$(9) \quad E_n = \left| \frac{\Delta_n(f_k; x_k)}{K} \right| = \frac{1}{2} \left| f_k - f_{k+1} - \frac{1}{K} \sum_{i,j=1}^{n} (-1)^{j+i} K_{i,j} \frac{f_i - f_{i+2}}{x_i - x_{i+2}} (x_k^j - x_{k+1}^j) \right| \quad (x = 1, 2, \ldots, n+1),$$

K désignant le mineur de Δ_n correspondant à son dernier élément $f_{n-1} + f_{n+2} - 2\Pi_n$, $K_{i,j}$ — les mineurs (d'ordre $n-1$) de K. Donc $f_1 = f_3 = \ldots$, $f_2 = f_4 = \ldots$ entraîne $\Pi_n(x) = \frac{f_1 + f_2}{2}$, $E_n = \left|\frac{f_1 + f_2}{2}\right|$. Il en résulte immédiatement que, parmi tous les polynomes $x^n + \ldots$, c'est $\frac{\cos nar \cos x}{2^{n-1}}$ qui s'écarte le moins possible de zéro dans l'intervalle $(-1, 1)$.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Distribution des singularités. De la solution d'une équation intégrale linéaire*. Note [1] de M. **Radu Badesco**, présentée par M. Hadamard.

Nous avons récemment démontré [2] que l'équation intégrale linéaire

$$(1) \qquad \Phi(z, \lambda) - \lambda \left\{ F(z)\Phi(\alpha z, \lambda) + \int_a^b K(z, s)\Phi(zs, \lambda)\, ds \right\} = \Psi(z),$$

---

[1] Séance du 12 novembre 1929.

[2] *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 217 et 851; 189, 1929, p. 83 et 223.

pour $|\alpha|\leqq 1$, $|a|\leqq 1$, $|b|\leqq 1$, admet une seule solution holomorphe en z, représentée par le développement taylorien

$$(2)\qquad \Phi(z, \lambda) = \sum_{n=0}^{\infty} z^n \varphi_n(\lambda) : \prod_{i=0}^{n}\left(1 - \frac{\lambda}{\lambda_i}\right),$$

si $F(z)$, $\Psi(z)$ et $K(z, s)$ (¹) sont holomorphes au voisinage de O_z.

Pour $|\alpha| < 1$, *la solution* (2) *est une fonction méromorphe dans tout le plan de la variable* λ, *les pôles étant les points de la suite* $\lambda, \lambda_1, \ldots, \lambda_n, \ldots$.

Pour $|\alpha| = 1$ et $F(0) \neq 0$, *cette solution possède aussi des points singuliers essentiels dans le plan* λ, *tous situés sur la circonférence* $\Gamma\,[|\lambda| = 1 : |F(0)|]$, *et qui sont des points d'accumulation de la suite des pôles* λ_n (²).

Dans cette Note nous nous proposons d'examiner aussi le cas où l'une au moins des trois quantités α, a et b dépasse en module l'unité (³) et d'établir les conditions suffisantes pour que la série (2), qui vérifie *formellement* l'équation (1) dans cette hypothèse, soit aussi une solution effective.

Rappelons l'expression analytique qui définit la suite (L) des pôles λ_n, apparents ou effectifs, de $\Phi(z, \lambda)$ dans le plan λ,

$$(\mathrm{L})\qquad \lambda_n = 1 : \left(F(0)\alpha^n + \int_a^b K(0, s) s^n\, ds\right) \qquad (n = 0, 1, \ldots)$$

et supposons que *l'origine* O_λ *soit le seul point d'accumulation de cette suite de sorte qu'il n'existe à l'infini qu'un nombre fini de points* λ_n. C'est le cas où, les trois quantités $|\alpha|$, $|a|$ et $|b|$ étant supérieures à l'unité, la fonction $K(0, s)$ est bornée supérieurement en module dans (a, b) et où l'on a $F(0) \neq 0$. Dans cette catégorie rentre aussi le cas

$$F(0) = 0 \qquad \text{et} \qquad 0 < K' < |K(0, s)| < K.$$

Ceci dit, effectuons l'inversion $\lambda = \frac{1}{\nu}$. La solution de la forme (2) de la nouvelle équation déduite de (1) par cette transformation pourra être obtenue en remplaçant dans la série (2) λ par $\frac{1}{\nu}$. En posant

$$\nu_n = \lambda_n^{-1} \qquad \text{et} \qquad \varphi'_n(\nu) = \nu^n . \varphi_n\left(\frac{1}{\nu}\right),$$

(¹) Quel que soit s dans l'intervalle fermé (a, b) pour le noyau $K(z, s)$.

(²) Tous ces points singuliers essentiels sont rejetés à l'infini si $F(0) = 0$.

(³) Ces quantités doivent être finies pour que notre méthode soit valable.

cette solution *formelle* s'écrira

$$\Phi'(z, \nu) = \nu \sum_{n=0}^{\infty} z^n \varphi'_n(\nu) : \prod_{i=0}^{n} (\nu - \nu_i). \tag{4}$$

Notre méthode (1) nous conduira à une majorante de ce développement (4) dont le rayon de convergence est égal à

$$R_z = \rho \lim_{n=\infty} \frac{|\nu| - |\nu_n|}{|\nu| - |\nu_n| - \rho \bar{\mu}_{n,1}} = \rho \frac{1}{1 + \rho \lim\limits_{n=\infty} \frac{\bar{\mu}_{n,1}}{|\nu_n| - |\nu|}}$$

$$\left\{ \bar{\mu}_{n,1} = S\left[|\alpha|^n + \frac{b^{n+1} - a^{n+1}}{n+1} \right] \right\}$$

pour $|\nu|$ plus petit que V_z, la borne inférieure des modules de la suite $\nu_n (n = 0, 1, \ldots)$ (2). D'après nos hypothèses, ce rayon est différent de zéro (3). Introduisant alors la fonction déterminante

$$D(\nu) = \prod_{i=0}^{\infty} \left(1 - \frac{\nu}{\nu_i}\right) e^{\frac{\nu}{\nu_i}}$$

holomorphe dans tout le plan ν, nous pourrons prolonger la solution (4) en tout point du plan λ, moyennant multiplication de l'équation (1) par des facteurs convenablement choisis. Nous avons le théorème :

Théorème. — *La solution effective $\Phi(z, \lambda)$ de l'équation intégrale* (1), *holomorphe au voisinage de l'origine du plan z, est représentée par la série* (2) *dans l'hypothèse de l'holomorphie des fonctions données et d'une accumulation des points de la suite* (L) *à l'origine O_λ seulement, quel que soit λ en dehors de l'ensemble* (L). *Dans le plan λ, cette solution admet l'origine O_λ comme point singulier essentiel, limite de la suite* (L) *des pôles.*

Remarquons que si $F(0) = 0$ et $K(0, s) \equiv 0$, tous les pôles λ_n sont rejetés à l'infini et si l'une au moins des trois quantités $|\alpha|$, $|a|$ et $|b|$ est plus grande que l'unité, la majorante de la série des modules de (2) divergera quels que soient z et λ, et il en sera de même pour toutes les autres distributions des points d'accumulation de (L) que celles mentionnées plus haut.

(1) Voir les deux dernières Notes déjà citées.

(2) Si à l'origine O_ν on a une coïncidence de r points de la suite ν_R, ν_τ est égal au module du pôle ν_τ le plus rapproché de O_ν; dans ce cas c'est la fonction $\nu^r . \Phi'(z, \nu)$ qui est holomorphe au voisinage de O_ν.

(3) Il est facile à voir que $\lim\limits_{n=\infty} \frac{\mu_{n,1}}{|\nu_n| - |\nu|}$ existe dans nos hypothèses.

Donc, dans de telles circonstances, *l'équation intégrale* (1) *n'admet pas en général de solutions holomorphes au voisinage de l'origine du plan* z.

Nous avons pu ainsi étudier par notre méthode plusieurs équations intégrales linéaires dont les solutions possèdent dans le plan λ des singularités essentielles à distance finie et même à l'origine, propriété qui paraît ne pas avoir été mise en évidence pour aucune équation intégrale linéaire ordinaire [1]. Nous reviendrons dans une prochaine Note sur l'étude des solutions exceptionnelles de l'équation (1).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des groupes infinis.* Note [2] de M. **Gr. C. Moisil**, présentée par M. Hadamard.

S. Lie définit les groupes infinis de transformations ponctuelles par un ensemble d'équations aux dérivées partielles de Mayer-Lie :

$$\text{(1)} \qquad W_h\left(x^k, \bar{x}^k, \frac{\partial \bar{x}^k}{\partial x^i}, \frac{\partial^2 \bar{x}^k}{\partial x^i \partial x^j}, \ldots\right) = 0.$$

Je remarque que ces équations montrent que les variables $\bar{x}^i$ sont des fonctions des variables x^k et des fonctionnelles ayant pour arguments les fonctions arbitraires introduites par l'intégration. Nous nous sommes proposé l'étude des groupes infinis de transformations d'un espace ponctuel — à une fonction paramètre pour simplifier — définis par

$$\text{(2)} \qquad \bar{x}^k = f^k[x^1, \ldots, x^n | a(s)].$$

Le caractère de groupe est

$$\text{(3)} \qquad f^k\{[x^1, \ldots, \bar{x}^n | b(s)]\} = f^k[x^1, \ldots, x^n | c(s)],$$

où

$$\text{(4)} \qquad c(s) = \varphi[a(\sigma), b(\sigma) | s].$$

Cette définition, qui comprend celle des groupes infinis de S. Lie, est plus générale. Un groupe (2) n'admet pas toujours un système d'équations de définition (1).

---

(1) On sait que pour l'équation de Fredholm ordinaire, la solution générale est le quotient de deux fonctions entières de λ, donc méromorphe dans tout le plan λ.

(2) Séance du 12 novembre 1929.

L'étude des groupes (2) est basée sur une généralisation du premier théorème de S. Lie, qui donne la variation des $\overline{x}^i$ pour une variation infiniment petite en moyenne $\delta a(s)$. Nous supposons que f^i, φ satisfont à certaines conditions d'analyticité et que le paramètre $a(s)$ est essentiel, ce que nous exprimons par la condition que le système d'équations

$$\int_0^1 f^i_{a\,s}\,\delta a(s)\,ds = 0$$

n'ait aucune solution $\delta a(s)$ indépendante des x^i et non presque partout nulle. La généralisation du premier théorème de Lie est

$$(5)\quad \left\{\begin{aligned} \delta\overline{x}^k &= \int_1^1 \xi^k(\overline{x}, s)\,\omega\,|[a(\sigma)\,|\,s]|\,ds,\\ \delta\overline{x}^k &= \int_0^1 \xi^k(\overline{x}, s)\,\omega\,|[b(\sigma)\,|\,s]|\,ds. \end{aligned}\right.$$

Ces équations font intervenir un ensemble continu de transformations infinitésimales :

$$(6)\qquad X(s) = \sum_{k=1}^{n} \xi^k(s)\frac{\partial}{\partial x^k},$$

et les formes pfaffiennes fonctionnelles $\varpi(s)$, $\omega(s)$.

En considérant que $\overline{a}(s) = c(s)$ est la fonction transformée de $a(s)$ par la transformation fonctionnelle (4), on est conduit au premier groupe paramétrique; $\overline{b}(s) = c(s)$ donne le second groupe paramétrique. Ce sont des groupes fonctionnels ([1]). L'espace $\mathcal{E}$ du paramètre $a(s)$ est l'espace des fonctions de carré sommable. Le premier groupe paramétrique conserve $\omega(s)$:

$$(7)\qquad \omega|[\overline{a}(\sigma)\,|\,s]| = \omega|[a(\sigma)\,|\,s]|,$$

le second conserve ω

$$(8)\qquad \omega|[\overline{b}(\sigma)\,|\,s]| = \omega|[b(\sigma)\,|\,s]|.$$

Au premier groupe paramétrique on peut attacher une connexion ([2])

([1]) Gr. C. Moisil, *Sur les groupes fonctionnels* (*Comptes rendus*, 188, 1929, p. 691), et le travail sur *La mécanique analytique des systèmes continus*, p. 88 et suiv. (Paris, Gauthier-Villars, 1929).

([2]) A l'exemple de M. E. Cartan, *La géométrie des groupes de transformations* (*Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 9e série, 6, 1927, p. 1).

dans l'espace $\mathcal{E}$. Si

$$\omega|[a(\sigma)|s]| = \alpha|[a(\sigma)|s]|\,\delta a(s) + \int_0^1 \alpha|[a(\sigma)|s,\rho]|\,\delta a(\rho)\,d\rho, \tag{9}$$

$$\delta a(s) = \omega|[a(\sigma)|s]|\,\alpha|[a(\sigma)|{}^{*}_{s}]| + \int_0^1 \omega|[a(\sigma)|\rho]|\,\alpha|[a(\sigma)|{}^{*\,*}_{\rho\,s}]|\,d\rho, \tag{10}$$

cette connexion est une connexion affine de l'espace fonctionnel

$$\delta\left[\alpha(s)\,u({}^{s}_{*}) + \int_0^1 \alpha(s,\sigma)\,u({}^{*}_{\sigma})\,d\sigma\right] = 0, \tag{11}$$

$U({}^{s}_{*})$ est une tensorielle contrevariante du premier ordre. Cette connexion rentre dans la classe des connexions de l'espace fonctionnel, étudiées par M. Akitsugu Kawaguchi (¹). C'est une connexion sans courbure mais avec torsion. Elle définit un parallélisme à distance, qui n'est pas la traduction de la relation

$$T_{b(s)}T^{-1}_{a(s)} = T_{b(s)}T^{-1}_{a(s)} \,. \,.$$

Cette étude est facilitée par l'introduction du premier paramètre canonique $e(s) = t\lambda(s)$ qui définit $a(s)$ par une équation intégro-différentielle

$$\frac{\partial a(s,t)}{\partial t} = \alpha({}^{*}_{s})\,\lambda(s) + \int_0^1 \alpha({}^{*\,*}_{\rho\,s})\,\lambda(\rho)\,d\rho. \tag{12}$$

La construction du groupe (2) avec ce paramètre canonique se réduit à l'intégration d'un système d'équations différentielles

$$\frac{d\bar{x}^k}{dt} = \int_0^1 \xi^k(\bar{x}, s)\,\lambda(s)\,ds. \tag{13}$$

Le second groupe paramétrique conduit à une seconde connexion affine, une seconde espèce de parallélisme est un second paramètre canonique.

(¹) Akitsugu Kawaguchi, *Sur les différentes connexions de l'espace fonctionnel* (*Comptes rendus*, 189, 1929, p. 436).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la croissance des fonctions analytiques et de leurs dérivées.* Note [1] de M. **W.-S. Fédoroff**, présentée par M. Émile Borel.

Considérons dans le plan de la variable z un ensemble infini de cercles et désignons respectivement par K chaque cercle de cet ensemble et par R et q le rayon de K et la distance de son centre de l'origine ($z=0$).

Nous supposons qu'il existe des cercles K pour $q\to\infty$ et que dans chaque K on peut construire un cercle concentrique C de rayon R' tel que l'un des deux cas suivants se présente :

1° $$\theta R \geqq R' > a;$$

2° $$\theta R \geqq R' = e^{-H(q)};$$

θ et a étant deux constantes positives, $0<\theta<1$, et $H(x)$ étant une fonction non décroissante et dérivable de la variable réelle positive x et de plus telle, qu'on ait

$$H'(x).e^{-H(x)} \underset{x\to+\infty}{\to} 0,$$

$H'(x)$ désignant la dérivée de $H(x)$. Ainsi il est possible qu'on ait, pour $q\to\infty$, $R\to 0$ et $R'\to 0$.

Considérons maintenant pour chaque cercle K une fonction $f(z)$ univoque et holomorphe dans K et telle que, quelque petits que nous choisissions les nombres positifs ε et δ, nous ayons pour les points des cercles K, à partir d'une valeur suffisamment grande de $|z|$,

(I) $$|f(z)|.e^{-(1+\varepsilon)\mu(|z|)} < \delta,$$

$\mu(x)$ étant une fonction croissante et dérivable de la variable réelle positive x qui vérifie pour $x\to+\infty$ les conditions suivantes :

(A) $$\mu(x)\to+\infty,$$

(B) $$\mu'(x).e^{-\delta\mu(x)}\to 0,$$

$\mu'(x)$ étant la dérivée de $\mu(x)$ et δ étant un nombre positif fixe aussi petit qu'on veut.

(C). On peut construire autour de chaque point $x=\xi$ de l'axe réel (ξ est >0 et assez grand) un cercle Γ de rayon $r=e^{-\alpha\mu(\xi)}$ (α étant un

[1] Séance du 12 novembre 1929.

nombre positif aussi petit qu'on veut) dans lequel il existe une fonction holomorphe $\mu(z) = u + iv$ qui coïncide avec $\mu(x)$ sur l'axe réel (x étant suffisamment grande) et qui est telle que l'on ait pour les points z situés dans Γ

$$\frac{u}{\mu(|z|)} \to 1 \qquad (\text{pour } \xi \to +\infty),$$

et de plus, pour les points z d'un cercle Γ assez éloigné,

$$\text{(D)} \qquad \mu(|z|) < c\mu(\xi),$$

c étant une constante positive,

$$\text{(E)} \qquad \frac{\mathrm{H}(x)}{\mu(x)} \to 0 \qquad (\text{pour } x \to +\infty).$$

On peut prendre, *par exemple*, $\mu(z) = a(\log z)^p$; $\mu(z) = e^{az^p}$; $\mu(z) = e^{e^{az^p}}$, etc., $\mu(z) = az^p$; ..., et $\mathrm{H}(x) = c[\log \mu(x)]^{1+s}$; c, s, a et p étant des constantes positives (c est suffisamment grande). Cela posé, j'ai démontré que, pour les points des cercles C, la dérivée, $f'(z)$, de la fonction $f(z)$ vérifie la même condition (I), c'est-à-dire, quelque petits que nous choisissions les nombres positifs ε et δ, nous avons pour les points des cercles C, à partir d'une valeur suffisamment grande de $|z|$,

$$|f'(z)|\, e^{-(1+\varepsilon)\mu(|z|)} < \delta.$$

Il faut remarquer que deux cercles K peuvent avoir une partie commune et que les fonctions $f(z)$, définies dans ces cercles, ne sont pas nécessairement des branches d'une même fonction analytique.

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Sur les cas les plus généraux d'intégrabilité des équations du mouvement d'un corps solide dans un liquide.* Note (¹) de M. **Kourensky**, transmise par M. Appell.

Pour l'expression de la force vive sous la forme la plus générale

$$\text{(1)} \qquad \begin{aligned} 2\mathrm{T} = \Sigma a_i x_i^2 + 2\Sigma \mathrm{A}_i x_j x_k + \Sigma b_i y_i^2 \\ + 2\mathrm{B}_i y_j y_k + 2\Sigma c_i x_i y_i + 2\Sigma \mathrm{C}_{jk} x_j x_k = \text{const.} \\ (i, j, k = 1, 2, 3;\ i \neq j \neq k) \end{aligned}$$

On peut changer l'origine et les directions des axes coordonnées de telle

(¹) Séance du 12 novembre 1929.

manière que, pour les coefficients a', b', c', A', B', C' de l'expression (1) transformée

$$(2) \qquad 2T' = \Sigma a'_i x_i^2 + 2\Sigma A'_i x_j x_k + \Sigma b'_i y_i^2 + 2\Sigma B'_i y_j y_k + 2\Sigma c'_i x_i y_i + 2\Sigma C'_{jk} x_j y_k = \text{const.},$$

les six conditions soient vérifiées.

Les équations du mouvement sont telles, qu'à la réserve de l'expression de la force vive, *en tout cas*, ont lieu les relations de Kirchhoff

$$(3) \qquad x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 = \text{const.},$$

$$(4) \qquad x_1 y_1 + x_2 y_2 + x_3 y_3 = \text{const.}$$

En multipliant les (3) et (4) par l et μ et en ajoutant les produits à l'expression (2), nous aurons

$$2T'' = \Sigma a''_i x_i^2 + 2\Sigma A'_i x_j x_k + \Sigma b'_i y_i^2 + 2\Sigma B'_i y_j y_k + 2\Sigma c''_i x_i y_i + 2\Sigma C'_{jk} x_j y_k = \text{const.},$$

où les a_i et c_i ont les paramètres λ et μ. Nous pouvons prendre les multiplicateurs λ et μ de telle manière que soient satisfaites, par exemple, les deux conditions suivantes [1] :

$$(c''_1 B'_2 + B'_3 C'_{32}) B'_1 = (c''_2 B'_1 + B'_3 C'_{13}) B'_2,$$
$$(c''_1 B'_3 + B'_2 C'_{23}) B'_1 = (c''_3 B'_1 + B'_2 C'_{12}) B'_3.$$

Nous pouvons transformer les axes coordonnées par les six formules, par exemple, suivantes :

$$(a''_1 A'_2 + A'_1 A'_3) A'_1 = (a''_2 A'_1 + A'_2 A'_3) A'_2; \qquad A'_3 B'_1 = A'_1 B'_3;$$
$$(b'_1 B'_2 + B'_1 B'_3) B'_1 = (b'_2 B'_1 + B'_2 B'_3) B'_2,$$
$$(a''_1 A'_3 + A'_1 A'_2) A'_1 = (a''_3 A'_1 + A'_2 A'_3) A'_3; \qquad A'_2 B'_1 = A'_1 B'_2;$$
$$(b'_1 B'_3 + B'_1 B'_2) B'_1 = (b'_3 B'_1 + B'_2 B'_3) B'_3.$$

Alors, *l'intégrale quatrième*

$$(C'_{13} + C'_{31})(C'_{12} + C'_{21}) y_1 + (C'_{12} + C'_{21})(C'_{23} + C'_{32}) y_2 + (C'_{23} + C'_{32})(C'_{13} + C'_{31}) y_3 = \text{const.}$$

existera aux quatre conditions seulement

$$\frac{C'_{12} + C'_{21}}{C'_{23} + C'_{32}} = \frac{A'_1}{A'_3} = \frac{C'_{23} - C'_{32}}{C'_{12} - C'_{21}},$$
$$\frac{C'_{13} + C'_{31}}{C'_{32} + C'_{23}} = \frac{A'_2}{A'_1} = \frac{C'_{32} - C'_{23}}{C'_{13} - C'_{31}}.$$

---

[1] M. KOURENSKY, *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 477.

Évidemment, *pour l'intégrale de M. Olsson*, $y_3 = 0$, *il est nécessaire d'avoir seulement trois conditions;* on peut vérifier deux autres conditions par λ et μ, convenablement choisies.

Le problème d'intégration des équations du mouvement, pour les cas de M. Olsson et mien, se réduit, comme on sait, aux quadratures.

MÉCANIQUE. — *Sur la flexion d'une poutre anisotrope.* Note de M. **A. Lokchine**, présentée par M. Mesnager.

Pour examiner la flexion, on doit trouver la fonction qui satisfait à l'équation

$$\alpha_1\frac{\partial^4\varphi}{\partial y^4} + 2\alpha_0\frac{\partial^4\varphi}{\partial y^2\,\partial z^2} + \alpha_2\frac{\partial^4\varphi}{\partial z^4} = 0 \quad (^1)$$

et aux conditions limites. Considérons le cas où une poutre appuyée est fléchie par les forces normales à son axe et uniformément distribuées sur la facette supérieure. La section transversale de la poutre est rectangulaire. Désignons l'intensité de ces forces, la hauteur et la longueur de la poutre correspondant par q, $2a$ et $2l$. L'axe y coïncide avec l'axe de la poutre, nous fixons l'origine des coordonnées au milieu. Prenons, pour φ, l'expression

$$\varphi = \frac{3q}{4a^3}\left\{\frac{1}{6}y^2z^3 - \frac{\alpha_0}{30\alpha_2}z^5 - \frac{1}{2}a^2y^2z - \frac{1}{3}a^3y^2 - \frac{1}{6}\left(l^2 - \frac{2\alpha_0}{5\alpha_2}a^2\right)z^3\right\},$$

d'où les tensions

$$Y_y = \frac{\partial^2\varphi}{\partial z^2} = \frac{3q}{4a^3}\left\{y^2z - \frac{2\alpha_0}{3\alpha_2}z^3 - \left(l^2 - \frac{2\alpha_0}{5\alpha_2}a^2\right)z\right\},$$

$$Z_z = \frac{3q}{4a^3}\left\{\frac{z^3}{3} - a^2z - \frac{2}{3}a^3\right\}, \qquad Y_z = -\frac{\partial^2\varphi}{\partial y\,\partial z} = \frac{3qy}{4a^3}(a^2 - z^2).$$

Nous avons rempli les conditions pour $z = \pm a$. Dans les sections aux bouts $y = \pm l$

$$\int_{-a}^{a} Y_y\,dz = 0, \qquad \int_{-a}^{a} Y_y z\,dz = 0, \qquad \int_{-a}^{a} Y_z\,dz = \pm ql.$$

et nous pouvons appliquer le principe de Saint-Venant. Pour le cas où les forces sont distribuées selon la loi $(Z_z)_{z=a} = -ky$, nous désignons la lon-

(1) Cette équation aux différences partielles a été obtenue par M. Huber (voir *Teorya plyt*, p. 154).

gueur par l et fixons l'origine à l'extrémité gauche. Nous aurons

$$\varphi = \frac{k}{4a^3}\left\{\frac{1}{6}y^3z^3 - \frac{\alpha_0}{10\alpha_2}yz^5 - \frac{1}{2}a^2y^3z\right.$$
$$\left. + \left(\frac{\alpha_0}{5\alpha_2}a^2 - \frac{1}{6}l^2\right)yz^3 + \left(\frac{1}{2}a^2l^2 - \frac{\alpha_0}{10\alpha_2}a^4\right)yz - \frac{1}{3}a^3y^3\right\},$$

$$Y_y = \frac{k}{4a^3}yz\left\{y^2 - \frac{2\alpha_0}{\alpha_2}z^2 + \frac{6\alpha_0}{5\alpha_2}a^2 - l^2\right\},$$

$$Z_z = \frac{k}{4a^3}\left\{yz^3 - 3a^2yz - 2a^3y\right\},$$

$$Y_z = -\frac{k}{4a^3}\left\{\frac{3}{2}y^2z^2 - \frac{\alpha_0}{2\alpha_2}z^4 - \frac{3}{2}a^2y^2 + \left(\frac{3\alpha_0}{5\alpha_2}a^2 - \frac{1}{2}l^2\right)z^2 - \frac{\alpha_0}{10\alpha_2}a^4 + \frac{1}{2}a^2l^2\right\}.$$

Nous remplissons les conditions limites pour $z = \pm a$ et aussi les conditions nécessaires pour l'application du principe de Saint-Venant aux $y = 0$ et $y = l$.

ASTRONOMIE. — *Déplacement périodique de la Polaire.* Note de M. **A. Danjon**, présentée par M. Deslandres.

M. E. Esclangon a montré (*Comptes rendus*, 188, 1929, p. 857) l'intérêt que présenterait l'étude directe du mouvement orbital de la Polaire, notamment par la photographie. La période présumée étant d'une trentaine d'années, un délai de cet ordre serait nécessaire pour obtenir des résultats définitifs. En attendant, on peut chercher une confirmation de l'existence d'un déplacement périodique, en s'adressant aux mesures du couple Σ 93, le compagnon de la Polaire (magn. 9^m, $r = 18'',4$, $\theta = 214°,8$ par rapport au pôle pour 1900) servant alors d'étoile de repère.

J'ai discuté les observations effectuées depuis 1802, à l'exception de quelques positions grossièrement aberrantes, et en modifiant le groupement des mesures isolées lorsqu'elles s'étendaient sur un trop grand intervalle de temps. J'y ai ajouté quelques mesures inédites effectuées à l'Observatoire de Strasbourg. J'ai pu finalement disposer de 50 positions, réparties sur 124 ans, mais de façon inégale, ce qui met obstacle à une détermination directe de la période.

En même temps qu'un mouvement orbital, il y a lieu de rechercher un mouvement relatif séculaire de la Polaire par rapport à son compagnon. Voici les résultats :

1° La distance du couple ne manifeste aucune variation séculaire. L'angle de position croît de 0°,7 par siècle. Les valeurs de θ, déjà corrigées de la précession, l'ont été également de cette variation, et ramenées à 1900.

2° Les observations sont groupées par phases (origine 1900). On a fait successivement deux hypothèses sur la période : 30 ans (Moore, vitesses radiales) et 33 ans (E. Esclangon, observations méridiennes). Voici, en coordonnées rectangulaires, les positions moyennes des groupes formés :

P = 30 ans.				P = 33 ans.			
Phase.	r.	$r(\theta-214°)$.	n.	Phase.	r.	$r(\theta-214°)$.	n.
2ª,3	18″,68	0″,48	5	1ª,0	18″,42	0″,41	5
4,8	46	37	5	3,5	43	44	5
6,7	35	23	6	6,6	51	35	5
15,0	36	24	14	9,1	48	33	5
22,0	31	22	10	14,3	40	15	10
27,3	35	30	10	23,3	31	16	10
				29,5	30	33	10

Les deux tableaux font apparaître une variation systématique des coordonnées en fonction du temps. L'ensemble de la discussion met en évidence plus de régularité dans les résultats fournis par la période de 33 ans, mais la dispersion des observations utilisées ne permet pas de tirer argument de cette circonstance qui peut être fortuite.

En régularisant graphiquement les courbes de deux coordonnées en fonction du temps, on peut tracer la trajectoire apparente de la Polaire. La période de 30 ans donne une trajectoire très aplatie (grand axe, 0″,5, angle de position 70° environ) correspondant à une orbite vraisemblablement très excentrique. Le passage au périastre aurait eu lieu vers 1900 ou 1902, ce qui paraît en accord avec la courbe des vitesses radiales.

Quant à la période de 33 ans, elle fournit une ellipse apparente bien dessinée (grand axe 0″,32, angle de position 115°, petit axe 0″,18). Dans les deux hypothèses, il se confirme que l'ascension droite de la Polaire varie périodiquement d'une quantité comprise entre une seconde de temps et une seconde et demie. Avec la période de 33 ans, le terme correspondant du développement de M. Esclangon (*loc. cit.*) prendrait la forme

$$-0'',53 \sin\frac{2\pi(t-1896)}{33} \quad \text{au lieu de} \quad -0'',51 \sin\frac{2\pi(t-1900)}{33}.$$

L'accord est excellent quant à l'amplitude; mais il apparaît un important

décalage de phase de 4 ans, qui serait encore accentué avec la période de 30 ans. La dispersion des mesures utilisées de part et d'autre est trop grande pour que ce désaccord doive être considéré comme irréductible. On le diminuerait notablement en augmentant la valeur admise pour le mouvement propre séculaire en ascension droite de la Polaire. *A priori*, la valeur de cet élément présente le même caractère d'incertitude que la position moyenne de l'astre, ou les constantes de la nutation.

Le moment serait particulièrement favorable pour commencer des mesures systématiques de la Polaire, soit photographiquement, soit micrométriquement en conservant le compagnon Σ comme étoile de repère. J'indiquerai dans un autre Recueil quelques précautions utiles à prendre pour assurer la précision des mesures en angle de position, malgré le voisinage du pôle.

ÉLECTRICITÉ. — *Contribution à l'étude du champ cylindrique dans l'air ionisé à la pression ordinaire. Contrôle expérimental.* Note (1) de MM. **Pauthenier** et **Mallard**, présentée par M. A. Cotton.

L'étude théorique du champ électrique dans un espace cylindrique ionisé (fil axial à haute tension continue négative, cylindre à la terre) nous a conduits à prévoir, étant données les intensités d'ionisation que l'effet couronne permet de réaliser, une modification très notable du champ donné par la théorie électrostatique ordinaire. Nous avons discuté les principales conclusions de ce calcul dans une Note récente (2).

Or la précipitation des poussières fines ou gros ions fait, en général, intervenir des champs électriques cylindriques ou voisins de la forme cylindrique. Les théories parues jusqu'ici dans ce domaine utilisent la formule classique de l'électrostatique, selon laquelle le champ cylindrique varie en raison inverse de la distance à l'axe. Au contraire, nous prévoyons un champ élevé et presque constant dans le domaine où s'applique le calcul, c'est-à-dire dans la plus grande partie de l'espace annulaire, contiguë à l'électrode périphérique. Si l'expérience confirme les prévisions de notre calcul, d'une part les théories en question perdent leur portée, d'autre part

(1) Séance du 4 novembre 1929.

(2) *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 635. — Page 636, ligne 6, *au lieu de* $-\,C\mathcal{L}(\sqrt{C^2+2Ar^2+C})$, *lire* $-\,C\mathcal{L}(\sqrt{C^2+2Ar^2}+C)$; ligne 22, *au lieu de* $r_0 = 0{,}03$ cm, *lire* $2r_0 = 0{,}03$ cm.

nos recherches conduisent à des points de vue nouveaux, susceptibles d'ailleurs de conséquences pratiques.

Expériences et mesures. — Nous avons admis que l'ionisation par choc est négligeable dans l'espace annulaire, sauf au voisinage immédiat de la surface du fil, origine de l'effet couronne. On peut le contrôler : en effet, si l'on insuffle avec un tube de verre des poussières en un point quelconque du champ et que l'on éclaire vivement par un faisceau lumineux latéral, on voit que ces poussières sont toutes et instantanément projetées vers l'électrode périphérique.

Dans nos expériences, la haute tension négative est produite par un transformateur unipolaire 110×110000 volts et un kénotron. Des condensateurs, ayant une armature à la terre, régularisent la haute tension redressée; on fait croître la capacité jusqu'à ce que le courant dû à l'effet couronne atteigne sa limite pour le potentiel V_m appliqué. Pour mesurer directement et indépendamment de toute correction le courant i qui correspond à 1^{cm} de longueur du condensateur, le cylindre périphérique est coupé en trois tronçons : les deux cylindres extrêmes servent de gardes, le cylindre médian, isolé, est relié à la terre par l'intermédiaire d'un microampèremètre.

La mesure des potentiels est plus délicate. Pour mesurer correctement le potentiel V en un point d'une atmosphère gazeuse, même ionisée, il convient que les fuites de l'appareil de mesure, qui ne sont jamais nulles, soient négligeables devant le courant admissible pour son alimentation. Nous avons obtenu les meilleurs résultats avec une sonde incandescente; le très court filament de platine est chauffé avec un transformateur de chauffage de tube Coolidge. L'appareil de mesure des potentiels est un micromètre à boules de 5^{cm}, pourvu d'un abaque de correction.

Résultats. — L'expérienee, repétée en faisant varier V_m, r_0 et R_0 dans de larges limites, vérifie les prévisions du calcul avec toute la précision que l'on pouvait espérer, étant données en particulier les dimensions de la sonde.

Voici, entre autres, deux cas :

1° Petit cylindre : l'effet couronne est très intense, on approche du potentiel disruptif :

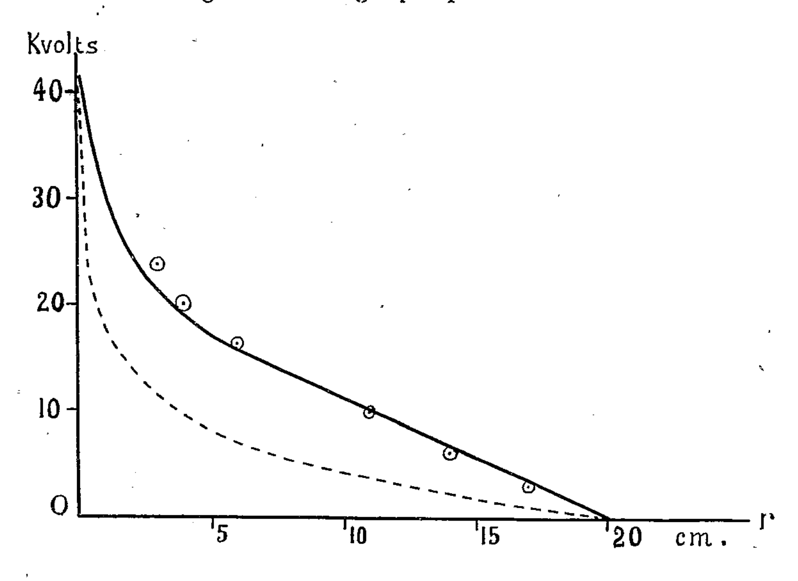
$r_0 = 0{,}015$ cm, $R_0 = 5{,}21$ cm, $V_m = 24{,}2$ kilovolts, $i = 13{,}2$ microamp.

r^{cm} (distance à l'axe)	4,0	3,0	2,0	1,5
V calculé	4,5	8,2	11,9	13,8
V observé	4,0	7,9	11,7	15,2
V de l'électrostatique	1,1	2,3	4,0	5,2

2° Gros cylindre : faute de condensateurs suffisants, V_m est nettement inférieur au potentiel disruptif

$r_0 = 0{,}015$ cm, $R_0 = 20$ cm, $V_m = 42{,}2$ kilovolts, $i = 1{,}15$ microamp.

Les résultats sont figurés sur le graphique ci-dessous où les courbes théo-



riques et expérimentales ne se distinguent qu'à l'approche de l'axe comme on doit s'y attendre. D'autre part, dans la majeure partie de l'espace, V est beaucoup plus grand que la valeur classique qui correspond à la courbe pointillée. Il en serait de même pour le champ E.

MAGNÉTISME. — *La localisation des pailles dans les arbres de machines.* Note (1) de M. **J. Peltier**.

Dans une Note précédente (2) j'ai montré comment il est possible de déceler l'existence de pailles ou autres défauts invisibles à l'intérieur de pièces de révolution en acier — arbres de machines par exemple —. Ce procédé peut évidemment s'appliquer à la recherche des défauts ou inégalités d'épaisseur dans les tubes en fer, fonte ou acier.

(1) Séance du 12 novembre 1929.

(2) *Sur le sondage magnétique des arbres de machines* (*Comptes rendus*, 188, 1929, p. 701).

Continuant ces recherches, dans le but de généraliser la méthode, j'ai d'abord eu l'idée d'adjoindre à l'éprouvette étudiée un petit collecteur-redresseur de courant participant à son mouvement de rotation. Ce collecteur formé de deux parties symétriques isolées, comportant chacune une bague adjacente à un demi-cylindre, reçoit le courant alternatif — provenant de l'électro-aimant polarisé — grâce à deux balais reposant sur les deux bagues du collecteur; tandis que deux autres balais en contact avec les parties hémi-cylindriques reçoivent un courant redressé qu'il est possible d'envoyer directement à un galvanomètre ordinaire. Grâce à ce dispositif, il est facile de tirer parti de rotations plus rapides des éprouvettes ou arbres à étudier, ce qui augmente la sensibilité de l'appareil. D'autre part, à toutes autres choses égales, *l'angle de calage φ du collecteur par rapport à un repère fixe sur l'arbre étudié*, *influe sur la valeur du courant* mesuré par le galvanomètre. Il existe notamment une certaine valeur φ_0 de cet angle pour laquelle, même en présence d'un défaut important, il n'y a aucune déviation de l'équipage mobile de l'appareil de mesure. Au contraire, pour un angle égal à $\varphi_0 \pm \frac{\pi}{2}$ la déviation devient maximum.

En résumé, la détermination de φ_0 est des plus importantes car elle permet de situer le plan diamétral au voisinage duquel se trouve la cavité.

Reprenant enfin l'idée initiale, comportant l'emploi direct des courants alternatifs obtenus, je ferai encore remarquer qu'il est possible *de laisser fixe l'arbre à étudier*, à condition toutefois qu'il existe un déplacement relatif par rapport au champ magnétique.

Je crois donc qu'il serait intéressant d'orienter de nouvelles recherches dans une direction *tendant vers l'emploi des champs tournants* avec un choix judicieux *de la fréquence.*

CHIMIE PHYSIQUE. — *Traitement thermique des ferronickels complexes à deux constituants.* Note (1) de M. **P. Chevenard**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

Les ferronickels réversibles tenant plus de 27 pour 100 de nickel ne subissent, au-dessus de la température ambiante, qu'une transformation thermomagnétique sans changement de phase. Cette transformation, exactement réversible pour des variations lentes de la température, cesse de

(1) Séance du 12 novembre 1929.

l'être pour des variations très rapides, comme le prouvent les modifications du point de Curie, de la dilatabilité, du coefficient thermoélastique, etc., conférées par la trempe (1). Mais comme la réaction thermomagnétique n'affecte pas la structure des ferronickels, elle agit très peu sur leurs propriétés mécaniques. Ces propriétés ne subissent donc guère que des modifications d'ordre banal par l'effet des traitements thermiques : destruction de l'écrouissage, etc. Il en est évidemment de même des propriétés mécaniques des ferronickels ternaires ou plus complexes, formés d'une solution solide homogène.

Mais certains éléments incorporés dans un fer ferronickel, donnent un agrégat de deux phases, dont la solubilité mutuelle croît avec la température. Un tel alliage, comparable au duralumin, doit éprouver comme celui-ci un durcissement structural par hypertrempe et revenu.

Cette idée a fait l'objet de recherches que j'ai poursuivies depuis plusieurs années. Je me propose, à titre d'exemple, de montrer l'aptitude de la trempe structurale des ferronickels purs ou chromés additionnés *d'aluminium*.

Cette aptitude ressort du diagramme d'analyse thermique tracé par le dilatomètre différentiel. La courbe de la figure 1 concerne un alliage

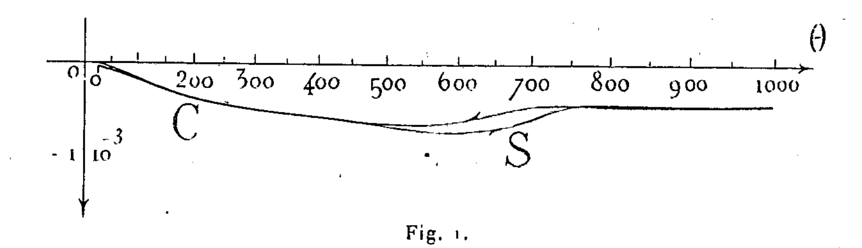


Fig. 1.

à 60 pour 100 Ni, 10 pour 100 Cr et 5 pour 100 Al. Outre l'anomalie C corrélative à la transformation magnétique, on voit, entre 450° et 800°, une singularité imparfaitement réversible S, analogue à celle que j'ai récemment décrite dans les ferronickels cuivrés (2). La singularité S traduit la mise en solution réciproque ou la séparation de deux phases; l'une d'elles, riche en aluminium, est dure.

---

(1) Ch. Éd. GUILLAUME, *Recherches métrologiques sur les aciers au nickel.* (*Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures*, XVII, 1927, p. 178). P. CHEVENARD, *Recherches expérimentales sur les alliages de fer, de nickel et de chrome.* (*Ibid.*).

(2) P. CHEVENARD, *Limite de solubilité du cuivre dans les ferronickels réversibles* (*Comptes rendus*, 189, 1929, p. 576).

La réaction S est escamotée en majeure partie lors des refroidissements rapides. Mais si l'on maintient à une température convenable la solution solide instable, ainsi obtenue par hypertrempe, elle se dédouble, et la dureté s'accroît par précipitation du constituant dur. Cette précipitation étant traduite par une contraction, l'analyse dilatométrique de l'alliage, au cours du revenu, permet d'en suivre la marche.

La figure 2 groupe les résultats obtenus avec l'alliage mentionné plus

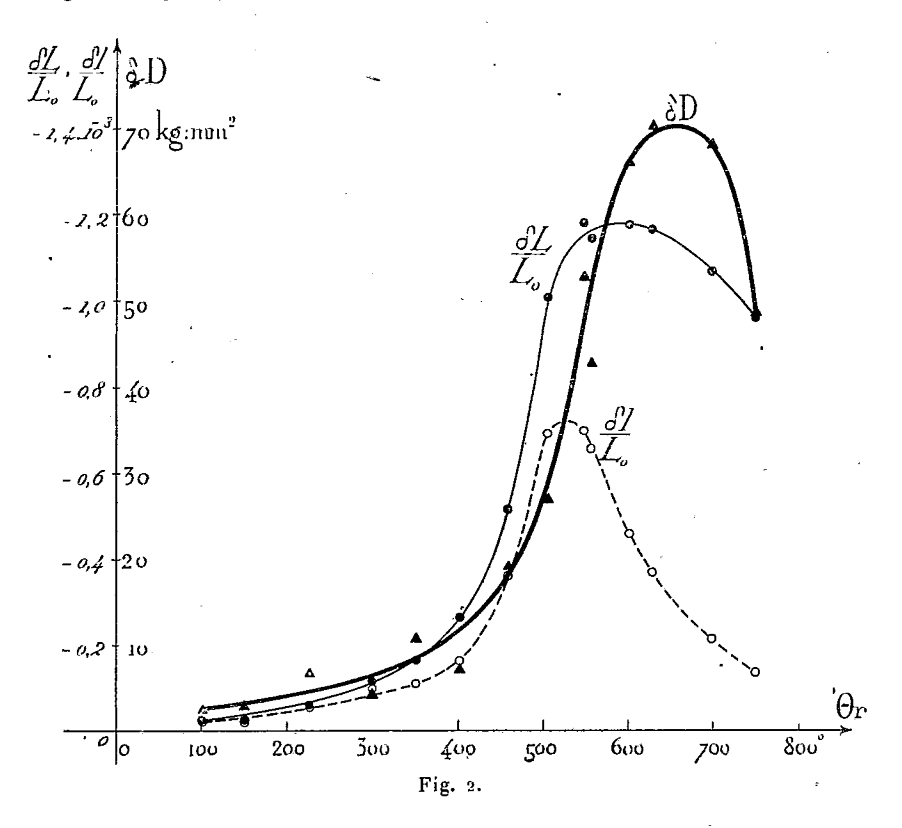


Fig. 2.

haut. Le barreau échantillon, préalablement hypertrempé à 1000° dans l'eau, est installé dans le dilatomètre, chauffé à l'allure de 200° par heure à la température θr choisie pour le revenu, maintenu sept heures à cette température et enfin abandonné au refroidissement. Pour chacune des températures θr on porte sur le diagramme l'augmentation de la dureté Brinell ∂D, la contraction totale $\frac{\partial L}{L_0}$ correspondant à l'ensemble du cycle thermique, et la partie $\frac{\partial l}{L_0}$ de la contraction survenue au cours du revenu isotherme.

Les durcissements obtenus sont appréciables; il est donc possible de rendre les ferronickels réversibles aptes à un traitement thermique et d'améliorer ainsi les qualités mécaniques d'alliages pourvus de remarquables propriétés physiques et chimiques (1).

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la disparition de l'hydrogène dans les tubes à décharge.* Note de M. **René Delaplace**, présentée par M. Jean Perrin.

Nous avons montré (2) que la disparition de l'hydrogène dans les tubes à décharge était liée :

1° A un phénomène d'hydrogénation de l'oxyde de carbone;

2° A un phénomène d'oxydation-réduction de traces de vapeur de mercure adsorbées sur les parois internes du tube;

3° A l'apparition dans le tube à décharge d'oxyde de carbone et de méthane.

Ce dernier phénomène semblait s'expliquer par la dissociation de la paroi interne du verre sous l'influence des radiations émises dans le tube. L'expérience suivante montre qu'il n'en est pas ainsi :

Le tube à décharge est isolé du reste de l'appareil par des vases Dewar contenant de l'air liquide pendant une durée de 24 heures; de l'hydrogène pur est alors soumis à la décharge pendant une heure dans les conditions définies dans un compte rendu précédent (3).

On remarque alors que dans ce tube privé de traces de vapeurs d'eau et de mercure :

1° L'hydrogène ne subit pas de contraction irréversible;

2° L'on ne retrouve aucune trace d'oxyde de carbone ni de méthane, malgré le bombardement continu des parois internes du tube par les radiations qu'il émet.

Influence de la vapeur d'eau. — Ce fait doit être rapproché de ceux signalés par R. W. Wood (4). On sait que la vapeur d'eau est nécessaire

---

(1) Postérieurement à ces expériences, j'ai eu connaissance des recherches entreprises dans la même direction au laboratoire de la Société Siemens und Halske, et qui ont mis en évidence l'effet d'une addition de glucinium. Voir Masing et M. Kroll, *Beryllium-Arbeiten* (*Wissenschaftliche Veröffentlichungen aus dem Siemens-Konzern* 1929, Berlin, J. Springer).

(2) René Delaplace, *Comptes rendus*, **188**, 1929, p. 708.

(3) René Delaplace, *Comptes rendus*, **187**, 1928, p. 225.

(4) R. W. Wood, *Phil. Mag.*, **42**, 1921, p. 729.

pour que dans un tube d'hydrogène apparaisse la série de Balmer émise lors de la dissociation de la molécule en atomes. L'hydrogène atomique ainsi formé dans le tube peut subsister ou se détruire en redonnant des molécules d'hydrogène; la recombinaison est fortement exothermique et se produit électivement sur quelques points du tube :

$$2\,H^{+} = H^{2} + 98000^{cal}$$

Ces régions du tube à décharges catalysent la recombinaison des atomes d'hydrogène pour donner de l'hydrogène moléculaire et sont en général voisines des électrodes; cependant on les trouve aussi dans la partie centrale du tube à décharge; on reconnaît facilement ces points singuliers à la teinte blanche du tube dans leur voisinage (émission du spectre secondaire) et à l'échauffement anormal de la paroi qui peut aller jusqu'à la fusion du tube. La dissociation thermique du verre se produit dans ces régions avec libération de traces de gaz — CO^2 — CO et H^2 — tout comme l'avait fait le bombardement cathodique.

Lorsque le tube est parfaitement sec, l'examen spectroscopique montre que le spectre secondaire apparaît seul (sauf H_α qui subsiste), il n'y a plus formation massive stable d'hydrogène atomique, plus de recombinaison sur des points privilégiés du tube, donc plus de disparition d'hydrogène par suite de la réduction de l'oxyde de carbone et du gaz carbonique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau produit dérivé du pyramidon.* Note [1] de MM. **Raymond Charonnat** et **Raymond Delaby**, présentée par M. Auguste Béhal.

La fixation d'oxygène sur l'azote tertiaire de certains alcaloïdes, diminue considérablement leur toxicité sans que l'action pharmacodynamique soit atténuée dans la même proportion (A. Pictet, M. et M. Polonovski); comme on reproche au pyramidon, excellent médicament, une toxicité un peu trop élevée et des actions secondaires fâcheuses, nous avons essayé de préparer les aminoxydes du pyramidon.

Théoriquement, ce composé qui possède deux atomes d'azote aminés peut donner deux N-monoxydes et un N-dioxyde (l'atome d'azote I, compris entre — CO — et — C^6H^5 paraissant peu apte à donner un N-oxyde).

---

[1] Séance du 12 novembre 1929.

L'expérience nous a conduits à la fixation simultanée de deux atomes d'oxygène sur le pyramidon, mais le composé formé ne possède aucune des propriétés caractéristiques des aminoxydes.

Nous avons déterminé sa constitution; nous l'appellerons dioxypyramidon pour la commodité du langage, parce que sa formule brute diffère de celle du pyramidon par deux atomes d'oxygène en plus, mais nous soulignons dès à présent que cette fixation d'oxygène n'est pas une simple addition. Dans cette Note, nous nous bornerons à la description de sa préparation et de ses propriétés principales.

I. *Préparation.* — Le dioxypyramidon peut être obtenu par action de l'eau oxygénée concentrée (perhydrol) sur le pyramidon en présence ou en l'absence d'un solvant. Il est bon de refroidir pour éviter l'emballement de la réaction.

Nous n'avons pu obtenir de dérivé N-monoxydé par action ménagée de la moitié du perhydrol nécessaire pour obtenir le dioxypyramidon, non plus qu'un dérivé trioxydé ou peroxydé, soit en partant du pyramidon, soit en poursuivant l'action du perhydrol sur le dioxypyramidon. Les résultats des analyses élémentaires répétées justifient la composition $C^{13}H^{17}O^{3}N^{3}$ et l'action du perhydrol sur le pyramidon est donc bien limitée à 2^{mol} de $H^{2}O^{2}$ par molécule de pyramidon en ne donnant qu'un seul produit principal, le dioxypyramidon.

Des parties incristallisables nous avons pu isoler un produit fusible à 93°, obtenu par ailleurs dans l'hydrolyse du dioxypyramidon : l'$\alpha\alpha$-acétylméthyl-β-phénylhydrazide; on a récolté aussi une notable proportion de dioxypyramidon.

II. *Propriétés.* — Le dioxypyramidon cristallise avec difficulté en l'absence de germes; par cristallisation lente, on peut obtenir des prismes tabulaires de 5 à 6^{mm}, d'apparence orthorhombique, incolores, transparents, fusibles à 105°,5 à la surface d'un bain de mercure. Le mélange avec du pyramidon F. 107°, fond à $T < 95°$. Très stable, il distille sans décomposition de 194 à 201° sous 2^{mm}.

La solubilité trouvée par la méthode des déterminations convergentes exposée antérieurement par l'un de nous (¹) s'exprime ainsi : 100^{g} d'eau dissolvent $7^{g},69$ de dioxypyramidon à 20° et $48^{g},2$ à 37°; cette solubilité se rapproche beaucoup de celle de l'antipyrine et elle est six fois plus forte

(¹) R. CHARONNAT, *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 284, et *Bull. Sc. Pharmacol.*, 34, 1927, p. 545.

que celle du pyramidon à 37°. Les courbes comparées seront publiées dans un autre Recueil. Le dioxypyramidon est moins sensible que le pyramidon à l'action insolubilisante des sels minéraux. Inversement, la solubilité est augmentée en présence de benzoate ou de salicylate de sodium.

Le dioxypyramidon ne donne pas de sels définis : les propriétés fortement basiques du pyramidon ont disparu et le dioxypyramidon est neutre à l'hélianthine. Le chlorhydrate de dioxypyramidon se fait en solution éthérée, mais la combinaison doit être bien lâche, car nous n'avons pas réussi à en précipiter un chloroplatinate analogue au même complexe obtenu avec le pyramidon.

Les réactifs de précipitation des alcaloïdes qui précipitent antipyrine et pyramidon de leurs solution aqueuses diluées ne précipitent pas le dioxypyramidon de sa solution au vingtième; il en est de même du chlorure mercurique. Les réactions de coloration (acides nitreux, nitrique, sulfurique, persulfates, nitrate d'argent, etc.) qui servent à différencier l'antipyrine du pyramidon et à les caractériser tous deux dans le dioxypyramidon, sont négatives avec ce produit pur. La réaction de Gay et Fortuné, c'est-à-dire la coloration vert foncé par action du ferricyanure de potassium en solution chlorhydrique, est commune aux trois composés. En outre, le dioxypyramidon réduit lentement le réactif cupro-potassique au bain-marie.

Au point de vue pharmacodynamique, le dioxypyramidon est à peu près aussi analgésique et antitoxique que le pyramidon; il a en plus des propriétés hypnotiques marquées et il est plus soluble que le pyramidon, dont il ne présente pas les incompatibilités pharmaceutiques.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'alcool hexahydrophényléthylique et quelques-uns de ses homologues.* Note de M. **Georges Darzens**, présentée par M. A. Béhal.

Dans la préparation de l'alcool phényléthylique par réduction de l'ester phénylacétique, suivant la méthode de Bouveault et Blanc, c'est-à-dire par l'action du sodium et de l'alcool absolu, on observe toujours que les têtes de rectification du produit purifié par l'intermédiaire du phtalate acide de sodium présentent une légère odeur spéciale très différente de celle de l'alcool cherché.

J'ai voulu rechercher la cause de cette odeur, et à cet effet j'ai procédé à la rectification très soignée d'une quantité importante de ces têtes prove-

nant de la rectification industrielle de plusieurs centaines de kilogrammes d'alcool phényléthylique; j'ai pu ainsi arriver à isoler un corps d'une faible odeur spéciale ayant tous les caractères d'un alcool et que l'analyse a montré être l'alcool hexahydrophényléthylique de formule

$$C^6H^{11} - CH^2 - CH^2OH.$$

Cet alcool n'avait pas été signalé dans la réduction de l'ester phénylacétique par le sodium et l'alcool absolu; il ne s'y produit d'ailleurs qu'en quantité extrêmement faible, de l'ordre du millième, et n'aurait certainement pas pu être mis en évidence si l'industrie n'avait permis de traiter des quantités importantes de produit.

L'alcool hexahydrophényléthylique a déjà été préparé par Zélinsky, A. Skita, G. S. Hiers et R. Adams, et tout dernièrement par MM. Sabetay et Tchang-Mintsou ([1]). Étant donné l'intérêt qu'il présente et l'utilité de le caractériser sans doute possible dans les têtes de l'alcool phényléthylique, il m'a paru nécessaire de le préparer par un nouveau procédé direct et de l'étudier au point de vue de sa caractérisation.

J'ai, à cet effet, réduit l'ester éthylique de l'acide hexahydrophénylacétique par l'alcool amylique et le sodium en utilisant la technique suivante :

Dans un ballon surmonté d'un réfrigérant ascendant, et d'un tube vertical pour permettre l'introduction de petits morceaux de sodium, on commence par porter à l'ébullition un mélange de 170^g (1^{mol}) d'hexahydrophénylacétate d'éthyle et de 1760^g d'alcool isoamylique parfaitement sec (20^{mol}). On y projette ensuite lentement 100^g de sodium, la réaction est vive et terminée au bout d'une heure. On ajoute alors lentement environ 500^g d'eau pour décomposer les acoolats, la couche amylique est décantée, lavée soigneusement à l'eau jusqu'à réaction neutre puis distillée avec un bon vigreux pour séparer la plus grande partie de l'alcool amylique qui est ainsi récupéré. Le résidu est enfin rectifié au vide, après deux rectifications on obtient environ 80^g d'un produit distillant entre 95 et 100° sous 14^{mm}. Cet alcool brut est purifié par l'intermédiaire du phtalate acide de sodium suivant la technique habituelle, ce qui permet d'avoir l'alcool hexahydrophényléthylique pur distillant à 98-100° sous 14^{mm}.

Ce procédé donne, comme on le voit, un rendement de près de 60 pour 100 qui s'élève même à 80 pour 100 si l'on tient compte de l'acide hexahydrophénylacétique non réduit et récupéré dans les eaux alcalines de lavage; il paraît plus avantageux que les procédés employés par les auteurs cités, et la purification par l'emploi de l'ester phtalique acide

([1]) S. Sabetay et Tchang-Mintsou, *Bull. Soc. chim.*, 45, 1929, p. 845.

permet de l'obtenir tout à fait pur, ce qui est nécessaire pour juger de son odeur.

L'ester hexahydrophénylacétique nécessaire à cette préparation a été obtenu par la méthode que j'ai indiquée il y a plus de douze ans, en hydrogénant par le nickel l'acide tétrahydrophénylacétique lui-même obtenu en condensant l'esther chloracétique sur la cyclohexanone en présence de Magnésium, et en déshydratant l'acide ββ-oxycyclohexylacétique ainsi obtenu (1).

Pour identifier cet alcool avec celui de la préparation de l'alcool phényléthylique, il ne m'a pas été possible d'utiliser la phényluréthane qui ne cristallise pas. J'ai eu alors recours à la semicarbazone du pyruvate, méthode indiquée par Bouveault, cette semicarbazone cristallise bien, et fond à 170-171°.

A l'aide des mêmes méthodes, j'ai préparé les homologues méthylés dans le noyau de cet alcool qui n'avaient pas encore été préparés.

L'alcool ortho-méthylé distille à 115-117° sous 22mm. La semicarbazone de son pyruvate fond à 139-140°.

L'alcool méta-méthylé distille à 116-117° sous 23mm. La semicarbazone de son pyruvate fond à 157-158°.

L'alcool para-méthylé distille à 106-107° sous 12mm. La semicarbone de son pyruvate fond à 160-161°.

Tous ces alcools hexahydroaromatiques ont une odeur faible très différente de celle des alcools aromatiques correspondants; leur odeur, non rosée, rappelle celle du cyclohexanol faiblement menthée, ils ne semblent pas présenter d'intérêt au point de vue des matières premières de parfumerie.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transpositions d'oxydes d'éthylène dans la série terpénique.* Note (2) de M. **Marcel Faidutti**, transmise par M. Paul Sabatier.

Depuis Wurtz on connaît la faculté que possèdent les α-glycols et leurs oxydes de se transposer en aldéhydes ou en cétones, les glycols primaires-tertiaires conduisant plus généralement à des aldéhydes. L'étude de cette réaction a fait l'objet de nombreux Mémoires. Citons parmi les travaux les

(1) Georges Darzens, *Comptes rendus*, **144**, 1907, p. 152.
(2) Séance du 12 novembre 1929.

plus récents ceux de M. Tiffeneau, de Mme Ramart et de leurs collaborateurs.

La présente Note a pour but de signaler les premiers résultats que nous a fournis l'étude d'oxydes analogues, de la série terpénique. Les oxydes étudiés jusqu'ici sont les oxydes de camphène et de nopinène que l'on obtient régulièrement par fixation d'un atome d'oxygène sur la liaison éthylénique par la méthode de Prilejaieff, à l'aide de l'acide perbenzoïque.

L'oxyde de camphène bout à 90-92° sous 20mm et se solidifie facilement.

On peut le distiller à la pression atmosphérique sans altération trop marquée; mais, distillé en présence de silice ou même simplement de pierre ponce, il se transpose en aldéhyde camphénylanique identifié nettement par sa semicarbazone (P. F. 191-192°) déjà décrite par plusieurs auteurs.

Une transposition analogue a été observée notamment par Henderson, Heilbron et Howie (1) puis par Detœuf (2) : ces auteurs ont montré que l'action des alcalis sur la chlorhydrine correspondante conduit directement à cet aldéhyde, sans que l'on puisse saisir le terme de passage : l'oxyde.

Le nopinène (β-pinène) conduit à l'oxyde de nopinène qui se présente sous la forme d'un liquide d'odeur camphrée et menthée à la fois,

$$Eb_{33} = 98\text{-}99^{\circ}, \quad D_4^{21} = 0,963, \quad n_D^{21} = 1,47576. \quad \text{R. M. } 44,49 \text{ (théorie : } 43,42).$$

Cet oxyde se comporte à la distillation comme l'oxyde de camphène et l'on obtient également un aldéhyde que l'on peut isoler facilement par un traitement au bisulfite de soude. L'aldéhyde que l'on obtient ainsi se présente sous la forme d'un liquide incolore, d'odeur agréable, très altérable à l'air,

$$Eb_{755} = 207\text{-}208^{\circ}, \quad D_4^{25} = 0,977, \quad n_D^{25} = 1,47703, \quad \text{R. M. } 43,95 \text{ (théorie : } 43,99).$$

La chaleur n'est pas le seul agent capable de réaliser la transposition de ces deux oxydes en aldéhydes. Le chlorure de zinc solide ou en solution dans l'éther anhydre la provoque également et d'une façon très aisée.

La facilité avec laquelle s'effectue cette isomérisation montre bien l'existence dans les oxydes de camphène et de nopinène du groupement

$$>C\overset{O}{\frown}CH^2.$$

On peut, par conséquent, admettre que l'aldéhyde dérivant de l'oxyde de

(1) *Journ. Chem. Soc.*, **105**, 1914, p. 1367.

(2) *Bull. Soc. chim.*, 4e série, **31**, 1922, p. 179-180 et *Thèse Doct. Sc. Phys.*, Paris, 1920.

nopinène se forme d'après le schéma suivant :

CH² — O — C ; HC, CH², C(CH³)(CH³), H²C, CH², CH → C(=O)H ; CH ; HC, CH², C(CH³)(CH³), H²C, CH², CH

ce qui en ferait le dihydromyrténal.

Nous nous proposons de poursuivre l'étude de ces produits et de quelques-unes de leurs réactions.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Variations de la température d'allumage spontané des carburants additionnés de plusieurs corps, en fonction de la proportion de ces différents corps dans le mélange.* Note (¹) de M. **A. Grebel**, présentée par M. G. Charpy.

Depuis notre dernière Communication, présentée à la séance du 8 juillet et concernant des mélanges binaires à base d'une essence dont nous avons donné les caractéristiques, nous avons pu vérifier que la nature de l'essence et plus généralement du combustible liquide auquel on ajoute des substances diverses, a une grande influence sur la qualité indétonante ou détonante du mélange. On trouve notamment que l'effet à faible dose de l'aldéhyde éthylique très fortement détonant avec l'essence est simplement détonant avec le gas-oil; que l'acide acétique et l'alcool éthylique absolu ont des actions moins indétonantes sur le gas-oil que sur l'essence.

D'autre part nous avons fait étendre, comme l'indiquent les tableaux I et II, les investigations à des mélanges ternaires, quaternaires et même quinaires. Cependant, nous nous sommes borné à l'étude de mélanges qui sont stables au-dessus de 10° et dont les prix de revient ne sont pas prohibitifs en l'état économique actuel.

Les mélanges les plus intéressants, compte tenu d'abord de l'élévation de température d'allumage spontané et ensuite du prix de revient du litre, sont différents de ceux qu'on a envisagés au moment de l'étude du carburant national sous la préoccupation prédominante de créer des

(¹) Séance du 12 novembre 1929.

mélanges stables aux températures courantes de nos hivers. Il est à remarquer, par exemple, que le mélange I (tableau I) :

	En volume.
Essence	50 pour 100
Alcool éthylique absolu	20 »
Benzol	30 »

(qui coûte d'ailleurs moins cher), élève la température d'allumage de 57°, tandis que la température d'allumage du carburant national L :

Essence	50 pour 100
Alcool éthylique absolu	50 »

ne dépasse que de 12° celle de l'essence considérée.

TABLEAU I. — *Élévation de la température d'allumage spontané de l'essence par son mélange au benzol et à l'alcool éthylique absolu.*

Repères d'une abaque triangulaire.	En volume dans 100 de mélange.			Augmentation de la température d'allumage spontané de l'essence en degrés.
	Essence.	Benzol.	Alcool absolu.	
		Mélanges binaires.		
A	100	0	0	0
F	70	0	30	4
B	70	30	0	10
L	50	0	50	12
G	50	50	0	20
		Mélanges ternaires.		
E	70	15	15	26
C	70	21	9	30
D	70	18	12	30
K	50	15	35	30
M	60	24	16	34
U	50	37,5	12,5	37
H	50	35	15	41
J	50	25	25	41
I	50	30	20	57
T	40	50	10	114
S	30	62,5	7,5	140
R	20	75	5	140
Q	10	87,5	2,5	153
P	0	100	0	200

NOTA. — Tous ces mélanges sont stables à — 10°.

Le tableau II est relatif à de petites additions, au mélange I, d'acétone et d'aniline, produits très chers. Il est plus avantageux, au point de vue indétonant, d'ajouter 1 d'acétone, plus 1 d'aniline à 100 de mélange I, que 2 et surtout que 5 d'acétone.

TABLEAU II. — *Élévation de la température d'allumage spontané du mélange* I (50 °/₀ essence, 30 °/₀ benzol, 20 °/₀ alcool absolu) *par des additions d'acétone et d'aniline.*

Mélange.	Addition à 100 de mélange initial I d' acétone.	aniline.	En volumes dans 100 de mélange final. Essence.	Benzol.	Alcool éthylique.	Acétone.	Aniline.	Augmentation de la température d'allumage spontané par rapport à l'essence.	au mélange.
								°	°
Ternaire........	0	0	50	30	20	0	0	57	0
Quaternaire.....	0,5	0	49,75	29,85	19,9	0,5	–	58	1
id.	1	0	49,5	29,7	19,8	1	–	75	18
id.	2	0	49,0	29,4	19,6	2	–	80	23
id.	5	0	47,63	28,57	19,05	4,75	–	96	39
id.	0	0,1	49,95	29,97	19,98	–	0,1	57	0
id.	0	1	49,5	29,7	19,8	–	1	72	15
Quinaire........	1	1	49,0	29,4	19,6	1	1	92	35

On possède donc un moyen d'investigation méthodique et rapide permettant de déterminer des formules de mélanges au moins aussi efficaces que celles qui sont utilisées actuellement.

On peut même aller plus loin : nos expériences de distillation fractionnée, très poussée sur différents carburants et combustibles liquides, nous ont permis de scinder dans les produits commerciaux des fractions très détonantes. Le mode de coupage actuel des pétroles, en fonction de la température ou de la densité au coulage, devrait être remplacé par une sélection en fonction des qualités indétonantes pour ce qui est des dérivés plus ou moins lourds destinés aux moteurs à explosion poussés.

GÉOLOGIE. — *Le faisceau vermiculaire de Zermatt a-t-il son homologue dans la structure géologique de la Haute-Maurienne?* Note [1] de M. E. **Raguin**, présentée par M. Pierre Termier.

Maurice Lugeon et Émile Argand ont tracé en 1905 un tableau aujourd'hui classique des nappes alpines de la Zone du Piémont [2]. Ce tableau a été précisé dans le Mémoire fondamental relatif au massif de la Dent Blanche [3] et dans une série de publications de É. Argand. Schématiquement on a de bas en haut et au-dessus des nappes du Simplon : la nappe du Grand-Saint-Bernard (IV), celle du Mont-Rose (V), de la Dent Blanche (VI).

É. Argand a nommé *faisceau vermiculaire* une digitation très interne de la nappe IV, visible auprès de Zermatt [4], formée d'écailles de quartzites et calcaires du Trias discontinues et complexes (répétition des divers termes triasiques), au sein des Schistes lustrés qui enveloppent en contact normal les noyaux prétriasiques des nappes IV et V. Le caractère remarquable de cette digitation est l'étirement du Trias qui se suit sur des kilomètres avec faible épaisseur, et son enroulement en plis compliqués lors des phases tardives de la Tectonique, donnant l'aspect *vermiculaire* en coupe. A cause de l'encapuchonnement de la nappe V sous la nappe IV, le faisceau vermiculaire va recouvrir en un vaste pli en retour cette nappe V, puis revient et passe dans la zone de Schistes lustrés situés entre IV et VI auprès de Zermatt. É. Argand a envisagé une certaine généralité de cette structure dans l'arc des Alpes Occidentales [5]. Examinons si les bandes triasiques noyées dans les Schistes lustrés en Haute-Maurienne sont de ce genre. Les plus importantes sont celles de Lanslebourg et de l'Iseran.

Le *Trias de Lanslebourg* forme une bande de 6^{km}. S'il a une terminaison isoclinale très laminée à l'Est, sa disposition vers le centre est nettement anticlinale, avec deux charnières parallèles très arrondies, l'une dans les

(1) Séance du 12 novembre 1929.

(2) *Comptes rendus*, **140**, 1905, p. 1364.

(3) É. Argand, *L'exploration géologique des Alpes Pennines Centrales* (*Bull. des Laboratoires de l'Université de Lausanne*, 14, 1909, p. 1).

(4) Je l'ai vue au cours de la belle excursion conduite par MM. Argand et E. Wegmann en juillet dernier, avec la collaboration de M. W. Staub, dans les nappes pennines du Valais.

(5) *Sur l'arc des Alpes Occidentales* (*Eclogæ geologicæ Helvetiæ*, 14, 1916, p. 145).

quartzites formant noyau du pli sous les calcaires triasiques, l'autre affectant latéralement au Nord ces mêmes calcaires. Cette structure anticlinale, notée déjà par Marcel Bertrand, crée une fenêtre montrant la couverture de la nappe IV sous les Schistes lustrés. La bande triasique n'est pas l'affleurement d'une digitation laminée à grande propagation horizontale issue de cette nappe, puisque les charnières se bouclent normalement.

La digitation de l'Iseran consiste en une lame de Trias calcaire intercalée dans les Schistes lustrés peu inclinés de l'arête des Leissières, et émanée selon toute vraisemblance de la longue bande rectiligne de Trias du col Pers où les couches sont très redressées. Cette bande, bien continue sur plus de 7^{km}, disparaît au Nord-Est dans le relèvement axial faisant sortir les terrains de la nappe IV sous les Schistes lustrés aux sources de l'Isère, et au Sud-Ouest elle se termine en se subdivisant en une série de lames de Trias, gneiss, prasinites, éparpillées dans les Schistes lustrés autour du glacier du Véfret. Si la digitation de l'Iseran était un anticlinal couché de la nappe IV, on devrait avoir, dans le synclinal laminé subordonné, des terrains mésozoïques de la couverture de cette nappe. Or la digitation est noyée dans des Schistes lustrés avec Roches vertes, continus avec ceux qui enveloppent les nappes supérieures, identiques à eux. Ils contrastent brutalement avec la couverture sous-jacente de la nappe IV à Val-d'Isère, qui est peu métamorphique dans cette région et dont le faciès n'est schisteux qu'à certains niveaux. Cette digitation a donc une origine plus interne que le faisceau de plis-en-retour Valsavaranche-sources de l'Isère-Lanslebourg, anticlinaux de la nappe IV dont les plus méridionaux percent sous les Schistes lustrés. Elle demeure d'ailleurs bien distincte de ces plis tout le long de son tracé et est noyée dans les Schistes lustrés superposés. Au-dessus de ces anticlinaux leur fait suite, presque immédiatement au Sud-Est, le profond synclinal laminé séparant les nappes IV et V. C'est donc au delà de ce synclinal, à la surface frontale de la nappe V ou plus loin vers l'intérieur de l'arc alpin, que se place l'origine de la digitation de l'Iseran. Elle contient d'ailleurs, avec des cargneules et quelques lambeaux de gneiss et prasinites, les mêmes marbres zonés, blancs, gris, roses, que la couverture de la nappe V près de Bonneval et de Zermatt, marbres peu usuels dans la nappe IV. *La digitation de l'Iseran est mécaniquement analogue au faisceau vermiculaire de Zermatt, mais avec une moindre extension et à un niveau tectonique supérieur*. De telles structures tiennent à la plasticité des séries schisteuses pincées entre les noyaux prétriasiques massifs des nappes. Relativement délicates, d'une échelle plus accessible, elles rendent plus saisissant le tableau du mouvement des grands ensembles.

OCÉANOGRAPHIE. — *Sources minérales sous-marines.* Note de M. J. THOULET.

La Géologie fait connaître les alternatives continuelles qui depuis l'origine des temps ont remplacé sur les mêmes régions du globe les roches exondées par des océans et les océans par des roches exondées. Il en résulte qu'on est autorisé à admettre que le fond des océans actuels est occupé par des roches identiques à celles actuellement soumises à l'observation directe.

On sait d'autre part que, sur les continents, apparaissent de nombreuses sources d'eau douce ou minérale plus ou moins rattachées à l'activité volcanique du globe, froides ou chaudes, ayant emprunté leur minéralisation plus ou moins considérable aux roches souterraines.

Il est donc permis de penser qu'il en est de même au fond des océans actuels et que, de leur sol côtier ou abyssal, au sein de l'eau ambiante, jaillit une multitude de sources, froides ou chaudes, plus ou moins minéralisées.

Cette hypothèse est justifiée par l'observation directe pour les régions côtières et, pour les régions abyssales, par l'examen des courbes densimétriques en σ_0, c'est-à-dire par la salure, après réduction à la même température de 0° des échantillons superposés d'un même diagramme. Il suffit d'examiner la zone basse du diagramme entre la thermocline (*Sprungschict*) et le sol.

Cette courbe horizontale indique que l'eau, dans toute son épaisseur, possède la même salure et par conséquent qu'aucune source ne jaillit du fond.

Si la courbe σ_0 sensiblement rectiligne se relève sur toute sa longueur mais surtout à sa portion la plus basse, elle indique le surgissement d'une source abyssale sursalée qui dans certains cas peut atteindre la violence d'une éruption volcanique.

Enfin si la courbe s'abaisse, elle signalerait au contraire la présence d'une source sous-salée ou même d'eau absolument douce. Le cas peut se présenter par faible profondeur alors que l'eau jaillissante n'a pas eu le temps de se mélanger à l'eau de mer salée ambiante. On connaît de nombreuses localités où les navires pourraient se ravitailler en eau douce potable en pleine mer, généralement à faible distance des côtes, à Cannes, Menton, La Ciotat, à la source de Port Miou près de Cassis, à la Spezzia en Méditerranée. On cite

encore la base de Xagua au sud-est de Cuba, dans la mer des Indes, à 45 lieues de Chittagong et à 36 lieues du point de la côte le plus voisin, le golfe Persique, la mer Rouge, dont les côtes n'ont pas une seule embouchure d'eau douce.

Ces faits permettent de penser que la salure de la mer, pendant la suite des temps, doit aller en augmentant, quoique avec une lenteur extrême, étant donnée l'abondance de la volcanicité sous-marine abyssale.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur quelques algues iodifères nouvelles*. Note de M. **Pierre Dangeard**, présentée par M. P.-A. Dangeard.

L'iode est très répandu chez les végétaux marins, mais il n'existe en proportions importantes que chez un petit nombre d'espèces d'algues dont les plus connues sont les Laminaires (espèces du genre *Laminaria* et des genres exotiques *Nereocystis*, *Macrocystis*, *Postelsia*, *Pelagophycus*) et les Fucacées (*Fucus*, *Ascophyllum*, *Sargassum*).

On admet depuis les analyses de Gautier, Turrentine, Stanford, Scurti, mais principalement depuis les travaux de Cameron [1] que les Laminaires et une ou deux Fucacées sont les seules algues dont la teneur en iode dépasse 0,1 pour 100 du poids sec. Parmi les algues rouges, seules quelques Rhodyméniacées et Delesseriacées auraient des quantités similaires de composés iodés et aucune algue verte n'aurait un contenu appréciable en iode.

D'autre part les recherches microchimiques de Molisch [2] à Helgoland ont montré que l'iode pouvait être reconnu très facilement en dehors des *Fucus*, *Ascophyllum* et *Laminaria*, chez les *Cladostephus verticillatus* et *spongiosus*, le *Desmarestia aculeata*, l'*Halidrys siliquosa*. Des fragments ou des coupes de ces algues traités par l'acide chlorhydrique additionné de nitrite de soude coloraient plus ou moins fortement l'empois d'amidon. Parmi les Floridées expérimentées, seul le *Plumaria elegans* a donné un résultat positif [3].

A l'occasion de plusieurs séjours soit à Roscoff soit à Quiberon, nous avons pu étendre à plus de 120 espèces d'algues marines des essais micro-

(1) A. T. Cameron, *Contributions to the biochemistry of iodine* (*Journal of Biolog. Chemistry*, 18, 1914, p. 344, et 23, 1915, p. 7).

(2) Hans Molisch, *Microchemie der Pflanze*, Iéna, 1921, p. 86.

(3) Il y a lieu de compter également parmi les algues riches en iode les Floridées à ioduques dont il n'existe pas d'analyses à proprement parler.

chimiques qualitatifs ayant pour but de mettre l'iode en évidence. Des fragments d'algues fraîches étaient traités par l'acide nitré au contact d'un papier amidonné. Dans le cas d'algues épaisses, des coupes étaient pratiquées pour mettre les tissus profonds en contact avec le réactif.

Nous avons laissé de côté les algues très connues pour leur richesse en iode et nous avons vérifié tout d'abord les données de Molisch sur le pourcentage d'iode important des *Cladostephus spongiosus*, *Desmarestia aculeata, Halidrys siliquosa*, *Plumaria elegans*. C'est le *Desmarestia aculeata* qui donne la plus forte réaction et celle-ci est comparable à celle qu'on obtient avec un fragment de Laminaire. Parmi les algues brunes non étudiées jusqu'ici, nous avons d'autre part obtenu un résultat positif chez les *Bifurcaria tuberculata* Stackh, *Cystoseira fibrosa* (Huds.) Ag., *C. ericoides* (L.) Ag., *C. granulata* (L.) Ag., *Saccorhiza bulbosa* de la Pyl., *Pelvetia canaliculata* Dcne et Thuret; *Desmarestia Dudresnayi* Lamour.; enfin une forte réaction est fournie par l'*Ectocarpus virescens* Thuret et le fait est d'autant plus remarquable que plusieurs autres espèces du même genre examinées (*E. siliculosus* Lyngb, *E. fasciculatus* Harv., *E. Hincksiæ* Harv.) et le *Pilayella littoralis* L. Kjell. ne réagissent nullement.

Parmi les Rhodophycées, les espèces suivantes donnent dans certains cas, mais non toujours, une réaction iodée : *Gracilaria multipartita* (Clem.) Harv., *G. confervoides* (L.) Grev., *Chondrus crispus* Stackh., *Gigartina acicularis* (Wulf.) Lamour., *G. mamillosa* (Good. et Wood.) J. Ag., *Phyllophora rubens* Grev. La réaction dans tous les cas est faible, mais avec l'*Halurus equisetifolius* (Lightf.) Kütz., nous avons obtenu une réaction assez forte. Il faut naturellement ajouter à cette liste le *Plumaria elegans* cité plus haut et les Floridées à ioduques. Il est bon de noter qu'aucune espèce de *Nitophyllum* pas plus que de *Delesseria* ne réagit.

Chez les Chlorophycées, nous avons rencontré deux espèces assurément très riches en iode, les *Bryopsis plumosa* Ag. et *B. hypnoides* Lamour. Ces Siphonées donnent une réaction du même ordre que celle des Laminaires, du *Desmarestia aculeata* et de l'*Ectocarpus virescens*. Chez les Cyanophycées étudiées (*Lyngbia majuscula* Harv., *Rivularia bullata* Berk., *R. atra* Roth.) aucune réaction iodée n'a été obtenue.

Cette enquête sur le contenu iodé des principales algues de nos côtes souligne à nouveau les grandes variations rencontrées d'espèce à espèce; le fait est particulièrement frappant pour les *Ectocarpus*. Nous montrons d'autre part que certaines algues, à coup sûr très riches en iode combiné, telles que les *Desmarestia aculeata*, les *Ectocarpus virescens*, les *Bryopsis* et le

Plumaria elegans, ne sont ni des algues à volatilisation, ni des algues à ioduques. Il est prouvé que certaines espèces sont très riches en iode et en renferment une proportion comparable sinon supérieure à celle des Laminaires, mais ne volatilisent pas cet iode au dehors. L'iodovolatilisation dont nous avons reconnu l'existence chez un grand nombre d'algues et qui possède chez les Laminaires une activité très grande ([1]), n'est donc pas liée nécessairement à la haute teneur en iode des algues. L'iodovolatilisation, modérée il est vrai, est compatible au contraire avec les teneurs en iode relativement faibles des *Fucus*, *Pelvetia*, *Gracilaria*, *Chondrus*, *Phyllophora*.

Chez les Floridées, les algues riches en iode sont soit des algues à volatilisation (Gracilariées, Gigartinées, Rhodophyllidacées), soit des algues à ioduques (Bonnemaisoniées), soit des algues qui ne peuvent pas être rangées dans l'une ou l'autre de ces catégories (*Plumaria elegans*, *Halurus equisetifolius*). Le cas des *Bryopsis* est d'autre part le premier exemple signalé d'une forte teneur en iode chez une Chlorophycée.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Les théostérols du cacao.* Note de MM. **H. Labbé**, **Heim de Balsac** et **R. Lerat**, présentée par M. A. Desgrez.

Ayant été amenés à rechercher les proportions et la nature des principes insaponifiables contenus dans la fève de cacao, nos études ont porté, d'abord sur la proportion de ces principes dans les matières grasses extraites par pression à chaud, qui constituent le beurre de cacao industriel. Pour l'extraction des stérols, on a procédé par saponification en milieu alcoolique, en présence d'un excès de soude, en chauffant à reflux jusqu'à saponification totale; on a fait passer dans le ballon un courant de CO^2 pur et sec, à la fin de l'opération, pour saturer l'excès d'alcali et maintenir une atmosphère inerte, les corps à isoler étant éminemment oxydables.

La masse mélangée avec du sable est séchée, granulée, épuisée à l'éther. La solution éthérée, séchée, puis distillée, abandonne une masse pâteuse de couleur jaune constituant les stérols bruts.

La séparation de ceux-ci s'obtient en traitant directement la masse par l'éther de pétrole.

En présence de ce solvant il se forme un précipité cristallin abondant que l'on essorre avec précaution : c'est l'α-stérol presque pur.

([1]) Pierre Dangeard, *L'iodovolatilisation chez les algues marines et les problèmes de l'iode* (*Le Botaniste*, 21, 1929, p. 129-266).

La portion soluble dans l'éther de pétrole, évaporée, est soumise à une nouvelle saponification par la potasse alcoolique : on chasse l'alcool dans un courant de CO^2, on reprend par l'eau, on épuise à l'éther. Le résidu de la distillation est purifié par cristallisation dans l'alcool ou un mélange acétone-alcool.

Cette nouvelle masse cristalline donne un stérol ayant un point de fusion différent du premier et que l'on désigne sous le nom de β-stérol.

Il reste un produit huileux incristallisable présentant aussi la réaction des stérols.

Nos recherches par la méthode ci-dessus exposée ont porté sur six beurres d'origine différente; les résultats globaux obtenus sont les suivants :

	Stérols pour 100g de beurre.
Beurre d'Accra	0,34
» Lomé	0,26
» Cameroun	0,40
» Bahia	0,40
» Caraque	0,70
» Trinidad	0,345

Devant ces résultats nous avons cherché à établir les proportions respectives des stérols dans les éléments botaniques du fruit : fève, germe, coque.

I. *Fèves*. — Nos recherches ont porté sur les fèves de cacao non *torréfiées* correspondant aux espèces précédentes. Les beurres extraits par nous à l'éther ont été soumis au traitement ci-dessus exposé :

	Stérols rapportés à 100g de fève.
Fève de cacao Accra	0,20
» Lomé	0,20
» Cameroun	0,21
» Bahia	0,20
» Caraque	0,35
» Trinidad	0,195

II. *Germes*. — Les *germes* industriels renferment des proportions considérables de débris de coques et de fèves; il est impossible de séparer pratiquement du germe lui-même ces impuretés. Le pourcentage en beurre de germe n'est donc qu'approximativement établi. Un échantillon de germe industriel nous a donné 10,89 pour 100 de beurre renfermant 0,6 pour 100 de stérol.

En triant ces germes industriels à la loupe et soumettant un petit lot de germes à l'analyse nous avons reconnu qu'ils étaient pauvres en substance

grasse (3,05 pour 100). Il ne nous a pas été possible de doser les stérols.

Dans ces conditions nous croyons pouvoir affirmer que la proportion existante est très faible.

III. *Coques*. — La teneur des coques de cacao en beurre oscille entre 30 et 35 pour 100. Le beurre obtenu est coloré, grenu, de consistance molle. Son point de fusion est difficile à déterminer à cause de son peu d'homogénéité et de sa richesse en insaponifiable :

		Stérols pour	
		100g de beurre.	1kg de coques.
Coques de cacao	Accra	8,6	3,01
»	Lomé	8,36	2,35
»	Cameroun	7,77	2,71
»	Bahia	9,10	3,18
»	Caraque	8,38	2,93
»	Trinidad	9,3	3,32

Cette richesse est tout à fait remarquable; d'ailleurs les beurres de coque obtenus par épuisement à l'éther donnent directement en solution chloroformique la réaction de Liebermann, ce qui nous a engagés à mettre en évidence par voie microchimique l'existence de stérols non éthérifiés dans les coques de cacao.

Nous avons retrouvé les deux variétés de stérols dans les mêmes proportions dans toutes nos recherches, aussi bien dans le beurre de fève que dans celui de coque.

ÉCONOMIE RURALE. — *De la préparation de laits artificiels pour l'élevage du bétail.* Note de M. **Émile F. Terroine**, présentée par M. Roux.

La question depuis bien longtemps posée de la substitution, totale ou partielle, d'un lait artificiel au lait naturel pour l'élevage du bétail nous préoccupe depuis quelques années. Des circonstances indépendantes de notre volonté nous ont fait interrompre les recherches alors que des résultats intéressants, bien qu'imparfaits, aient été déjà obtenus. Une récente publication de Mme L. Randoin et M. R. Lecoq sur les laits artificiels [1] nous amène à indiquer dès maintenant ces résultats.

Pour atteindre le but visé, essentiellement pratique, nous avons admis,

[1] *C. R. Soc. Biol.*, 102, 1929, p. 371.

comme point de départ, que le produit cherché devait satisfaire aux desiderata suivants :

Permettre la préparation d'un liquide d'une fluidité sensiblement égale à celle du lait et pouvant par conséquent être ingéré comme lui ; à égalité de volume avec le lait, posséder une même valeur énergétique et renfermer en quantité et en qualité les protides et les matières minérales nécessaires pour assurer une croissance normale ; ne provoquer aucun trouble digestif par ingestions prolongées ; enfin, dans le cas des animaux destinés à la boucherie, donner une viande très blanche et une graisse blanche et consistante. Pour la solution du problème qui nous occupe, la présence de vitamines nous a paru d'intérêt secondaire parce qu'il s'agit au lieu de sujets qu'on destine à la boucherie à bref délai, d'animaux qu'on dirige peu à peu vers l'alimentation mixte de l'adulte et aussi parce qu'il est facile de remédier à l'absence de vitamines par l'administration, de temps à autre, d'une petite quantité de lait naturel.

Après de multiples essais nous avons partiellement réussi à satisfaire aux *desiderata* exprimés de la manière suivante :

1° *Apport énergétique*. — Il est assuré par de l'amidon offert sous forme de farine fine de manioc pour la plus grande part et de farine de légumineuse pour une proportion minime. Tout corps gras est écarté : nos études antérieures nous ayant en effet montré ([1]) la supériorité du lait écrémé additionné de farine de manioc sur le lait naturel.

2° *Apport azoté*. — Une farine de légumineuse (pois : 4,04 pour 100 N; soja : 7,38 pour 100 N) très riche en protides suffisants pour la croissance assure l'apport azoté nécessaire.

3° *Apport minéral*. — Comme on le verra plus loin, chaque litre de lait artificiel renferme 200^g environ des farines ci-dessus. Elles apportent avec elles $6^g,30$ de cendres totales dont 0,76 P et 0,93 Ca; on ajoute alors par litre 2^g citrate de calcium, $1^g,10$ chlorure de sodium, $0^g,25$ bicarbonate de soude.

4° *Fluidité et digestibilité*. — Pour remplacer les 750 à 800^{cal} que représente un litre de lait de vache, il faut environ 200^g de farines. Ces farines doivent être cuites, mais on obtient alors une bouillie solide, non un lait. Pour obvier à cette difficulté nous avons ajouté aux farines une certaine quantité d'extrait de malt riche en amylase. Si l'on fait alors cuire lentement jusqu'à ébullition on détermine une excellente liquéfaction sans saccharí-

([1]) *Arch. int. Physiol.*, 28, 1927, p. 101-124.

fication appréciable. On obtient ainsi un liquide aussi facile à ingérer que le lait et dont la digestibilité est préparée par l'action de l'amylase.

5° *Qualité de la viande et de la graisse.* — L'absence de tout pigment dans l'alimentation a pour conséquence une viande parfaitement blanche. Quant à la graisse, formée uniquement par synthèse aux dépens des glucides, elle est comme toujours dans ce cas très consistante.

La formule conçue sur les bases ci-dessus et expérimentée jusqu'alors est la suivante :

Eau 1^l; farine de manioc 112^g; farine de légumineuses 75^g (pois apportant 14^g de protides ou soja 19^g); extrait de malt 13^g; citrate de calcium 2^g; NaCl $1^g,10$; bicarbonate de soude $0^g,25$.

Dans un prochain Mémoire, nous décrirons les observations faites au cours de multiples essais. Nous nous contenterons de rapporter ici quelques résultats typiques sur le porcelet et le veau.

Cas du porcelet. — L'étude porte sur six animaux de même portée et s'étend du 24 janvier au 10 février 1925. Pendant tout ce temps les deux premiers reçoivent 4^l de lait de vache par jour et passent respectivement de $7^{kg},500$ à $9^{kg},200$ et de $7^{kg},200$ à $8^{kg},500$. Les quatre autres reçoivent 3^l de lait de vache et 1^l de lait artificiel pendant 6 jours; puis 2^l et 2^l pendant 4 jours; 1^l et 3^l pendant 4 jours, et enfin 4^l de lait artificiel seul jusqu'à la fin. Les deux d'entre eux qui reçoivent le lait artificiel du type pois passent de $7^{kg},0$ à $9^{kg},5$ et 7^{kg} à $8^{kg},8$. Les deux autres nourris au lait du type soja passent de $6^{kg},5$ à $8^{kg},5$ et 6^{kg} à $8^{kg},5$. L'augmentation de poids a donc été plus élevée lors de l'emploi du lait artificiel.

Une fois l'animal habitué à cette alimentation, elle peut être continuée sans aucun trouble et permet une croissance rapide sans incident.

Cas du veau. — Il nous est impossible de donner ici le détail d'une expérience. Disons seulement que, sur un veau de 39^{kg} mis en expérience le 13 novembre 1925, on a pu faire une substitution progressive de lait artificiel, type soja, au lait naturel, le premier atteignant les $\frac{3}{4}$ de la valeur totale ($9^l,5$ lait artificiel, $2^l,5$ lait naturel) le 12 décembre et que le poids s'est élevé pendant ce temps à 72^{kg}. Mais une légère diarrhée est apparue au début de la dernière semaine et son intensité croissante nous a obligé à suspendre l'expérience.

Au total, grâce à un mélange de farine fine de manioc, de farine de légumineuses (pois ou soja), d'extrait de malt riche en amylase et de quelques sels, il est possible de préparer un lait artificiel qui peut être rapidement et totalement substitué au lait naturel dans l'élevage du porc, mais qui ne peut l'être que partiellement — 50 pour 100 environ dans l'élevage du veau.

PHYSIOLOGIE. — *L'eau émise par vaporisation et ses rapports avec les échanges respiratoires chez les Homéothermes. Le rapport* $\frac{H^2O}{O^2}$. Note de MM. **André Mayer** et **Georges Nichita**, présentée par M. d'Arsonval.

Dans le bilan général de l'eau chez les Homéothermes, une partie de l'eau est éliminée par les urines; une partie sort, évaporée, à la surface de la peau et des poumons. Nous avons fait une étude de la quantité d'eau ainsi évaporée par un mammifère, le lapin, ainsi que des rapports de cette émission d'eau avec les échanges généraux de l'organisme.

Pour une pareille étude, il y a nécessité de se placer dans des conditions très bien définies de température et d'état hygrométrique de l'air ambiant. Nous avons réalisé celles pour lesquelles l'évaporation d'eau est, à chaque instant, maxima, en faisant vivre nos animaux dans un air tout à fait sec. L'ensemble de nos résultats expérimentaux paraîtra dans un autre recueil. Il mène aux conclusions suivantes :

I. Quand la température extérieure est invariable, la quantité d'eau évaporée par l'animal n'est pas du tout quelconque. Bien au contraire, *elle a une valeur constante et caractéristique* pour un même individu. Des individus de poids comparable placés dans les mêmes conditions, à la même époque, évaporent des poids d'eau tout à fait comparables. C'est ce que nous avons constaté dans 117 expériences faites sur 43 lapins (23 mâles et 20 femelles) placés au repos, à 18°.

Dans ces conditions la quantité d'eau évaporée ne varie pas plus — elle varie même moins — que l'oxygène consommé ou l'acide carbonique produit (par kilogramme-heure : consommation d'oxygène, $0^{g},950$; CO^2 produit, $1^{g},15$; eau évaporée, $0^{g},965$ par des lapins de $3^{kg},850$ environ). Il résulte de là que le rapport $\frac{H^2O \text{ évaporée}}{O^2 \text{ consommée}}$ est lui-même peu variable et caractéristique. Il est de 1,02 à 18°.

D'après les quelques données qu'on peut trouver dans la bibliographie, on constate que l'émission d'eau évaporée par les mammifères examinés à la même température et calculée par kilogramme d'animal est d'autant plus grande que l'animal est plus petit (loi des tailles). Généralisant cette constatation, on peut montrer que, la quantité d'eau évaporée étant une valeur aussi fine que la consommation d'oxygène, toutes les lois biométriques dégagées pour celles-ci valent pour celle-là (loi des surfaces, etc.).

A la température de 18-20°, et au repos, chez les différents mammifères (y compris l'homme) le rapport $\frac{H^2O}{O^2}$ est voisin de l'unité.

II. Le rapport $\frac{H^2O}{O^2}$ peut servir de témoin des variations de l'émission d'eau dans les différents états physiologiques et pathologiques.

En utilisant cette donnée on constate que, lorsque la température extérieure demeure invariable, toutes les fois que les échanges respiratoires augmentent (travail musculaire, action des hyperthermisants, des excitants généraux) l'émission d'eau augmente, et plus que les échanges. Inversement quand, la température extérieure demeurant invariable, les échanges diminuent (engourdissement par le froid, anesthésie etc.) l'évaporation diminue, et plus que les échanges.

III. Il y a une limite supérieure à l'émission d'eau par évaporation (3^g chez le lapin); il y a de même une limite inférieure (0^g,30). Si l'on exprime les résultats expérimentaux obtenus en termes de production de chaleur par l'animal et déperdition de chaleur sous forme de chaleur latente ou de chaleur sensible l'existence de cette marge d'évaporation permet de calculer à partir de quelle surproduction de chaleur, ou à partir de quel déficit de production de chaleur, le lapin ne peut plus maintenir sa température interne constante. On trouve ainsi qu'à 18° c'est quand la production augmente de 35 pour 100 ou diminue de 6 pour 100, et l'expérience vérifie ce calcul. Il y aura grand intérêt à reprendre des mesures de ce genre sur les différents Homéothermes.

IV. Quand la température extérieure s'abaisse, entre + 37° et — 10°, l'animal maintenant fixe sa température interne, l'émission d'eau baisse d'une façon continue et régulière; le rapport $\frac{H^2O}{O^2}$ baisse aussi d'une façon continue et régulière. L'évaporation d'eau par les surfaees du lapin en contact avec l'air suit une loi analogue à celle de l'évaporation d'une surface humide quelconque.

Tous ces faits permettent d'analyser ce qu'on appelle le mécanisme de régulation physique de la température du corps. L'évaporation — fait purement physique — dépend de trois conditions que l'organisme peut faire varier physiologiquement : la sécrétion d'eau; la température des surfaces, le pouvoir excessif de ces surfaces.

PHYSIOLOGIE — *Sur une méthode d'inscription graphique de la pression du liquide céphalo-rachidien.* Note de MM. **Loeper**, **André Lemaire** et **Jean Patel**, présentée par M. Ch. Achard.

Dans de nombreux travaux d'ordre clinique ou expérimental qui ont trait aux variations spontanées ou provoquées, normales ou pathologiques de la tension rachidienne, on ne trouve nulle trace d'un procédé d'inscription graphique.

Les résultats consignés dans les publications les plus récentes [1] ont été enregistrés par lecture directe du manomètre de Claude. Claude, Tinel et Lamache [2] semblent avoir été les seuls à utiliser, dès 1927, une technique qui leur a permis d'inscrire la pression rachidienne : ils n'ont, à notre connaissance, publié jusqu'à ce jour aucun tracé.

Le procédé que nous avons adopté est d'une très grande simplicité : il met uniquement en jeu un tambour de Marey, dont la membrane élastique a été renforcée et le style allongé.

Sur le chien endormi et couché horizontalement on pratique une ponction occipito-atloïdienne; on mesure la tension rachidienne au manomètre de Claude : le tambour de Marey et son tuyau adducteur sont alors complètement remplis d'eau salée à 7 pour 1000, sous une pression égale à la pression rachidienne de l'animal.

On adapte l'extrémité libre du tuyau au pavillon de l'aiguille restée en place; l'inscription est dès lors possible, mais il faut évidemment qu'aiguille et tambour de Marey soient sur un même niveau horizontal; connaissant la pression rachidienne initiale et la courbe d'étalonnage de l'appareil, il est facile d'apprécier en valeur absolue les dénivellations du tracé.

Comme on le voit, ce procédé est identique, dans son principe, à celui de la prise de la pression carotidienne. Il n'entraîne qu'une minime déperdition de liquide céphalo-rachidien : sa sensibilité est très grande, puisqu'on enregistre des variations de pression dues à la respiration et même au passage de l'ondée sanguine.

Nos premiers résultats confirment l'influence, d'ailleurs bien connue, de la compression des jugulaires et des injections intraveineuses de solutions hypo ou hypertoniques.

---

(1) Lamache, *Thèse de Paris*, 1926. — R. Sorrel, *Thèse de Toulouse*, 1928. — Riser, *Le liquide céphalo-rachidien* (Paris, Masson, 1929).

(2) Claude, Tinel et Lamache, *C. R. Soc. Biol.*, 97, 1927, p. 327.

L'injection intraveineuse ($\frac{5}{100}$ de milligr.) d'adrénaline provoque, en même temps qu'une hypertension artérielle, une hypertension rachidienne, simultanée et d'égale durée, atteignant de 4 à 5^{cm} d'eau.

Le tartrate d'ergotamine s'est révélé également hypertenseur, mais à un degré infiniment moindre.

L'action de l'acétylcholine mérite surtout d'être signalée : elle provoque d'abord une chute légère et très temporaire de la pression rachidienne, de même sens, mais bien moins accentuée que la chute de la pression sanguine. Très rapidement survient alors une hypertension rachidienne importante (7 à 8^{cm} d'eau) et durable, alors que la tension sanguine n'est pas encore remontée à son niveau antérieur.

On retrouve donc sur le tracé rachidien le double effet qu'a signalé Justin Besançon en étudiant l'action de cette drogue sur la pression sanguine : effet cardiaque très court, effet vasculaire considérable et prolongé.

PHARMACODYNAMIE. — *Cocaïne gauche et pseudococaïne droite : toxicité comparée et destruction différente par l'organisme animal.* Note [1] de MM. **Fernand Mercier** et **Jean Régnier**, présentée par M. A. Desgrez.

La recherche de la toxicité du chlorhydrate de pseudococaïne droite et sa comparaison avec celle de son isomère optique et stéréochimique, le chlorhydrate de cocaïne gauche (cocaïne ordinaire), présentent un intérêt tout particulier, puisque nous savons à quel point l'usage de ce dernier corps peut être dangereux. Dans cette Note, nous nous proposons de comparer la résistance d'un organisme animal à des intoxications produites par les deux corps envisagés, soit brusquement par des doses très fortes, soit par des doses plus faibles, mais renouvelées à intervalles réguliers. Nos expériences ont été faites par voie intraveineuse sur le chien préalablement endormi au chloralose (0^{g},12 par kilogramme [2]).

Nous avons déterminé d'abord la dose léthale (c'est-à-dire la dose minima produisant la mort) en une seule injection, puis la dose léthale en espaçant des injections de teneur plus faible de minute en minute, enfin la dose léthale en espaçant ces injections de cinq en cinq minutes.

---

(1) Séance du 12 novembre 1929.

(2) Nous avons utilisé dans nos expériences du chlorhydrate de pseudococaïne droite (Roques) et du chlorhydrate de cocaïne gauche (Codex).

La mort, dans les deux cas, survient par arrêt respiratoire, mais alors qu'elle est précédée de convulsions violentes dans le cas de la pseudococaïne droite, il est à signaler que sur les animaux chloralosés, la cocaïne gauche ne produit pas de convulsions.

Nous avons trouvé les résultats suivants :

1° La dose léthale, *en une seule injection*, est, en moyenne, aussi bien pour l'un que pour l'autre corps, de $0^g,025$ par kilogramme. Le chiffre est un peu différent de celui trouvé par l'un de nous ($0^g,012$ à $0^g,015$) dans les essais de toxicité de la cocaïne gauche sur chiens non endormis ([1]);

2° La dose léthale, par injections *répétées toutes les minutes* de $0^g,005$ par kilogramme, est, en moyenne, de $0^g,032$ pour le chlorhydrate de pseudococaïne droite, et de $0^g,025$ pour le chlorhydrate de cocaïne gauche;

3° Par injections répétées à intervalles plus grands : *toutes les cinq minutes*, nous avons obtenu les résultats suivants :

a. Pour le chlorhydrate de pseudococaïne droite, à la dose de $0^g,005$ par kilogramme, par injection, nous n'avons pas réussi à tuer l'animal en *deux heures* (temps choisi comme durée limite de survie), soit en 25 injections. Il nous a fallu atteindre la dose de $0^g,007$ par kilogramme, à chaque injection, pour tuer l'animal en moins de deux heures, après la 18e injection, soit avec une dose totale de $0^g,126$ par kilogramme.

b. Pour le chlorhydrate de cocaïne gauche, la dose de $0^g,0025$ par kilogramme, répétée toutes les cinq minutes, suffit à tuer le chien, en moins de 2 heures, après la vingt-quatrième injection, soit avec une dose totale de $0^g,055$ par kilogramme.

Il en résulte que les deux corps essayés ont, en injection unique, la même toxicité ($0^g,025$ par kilogramme). Mais si on les injecte à intervalles de cinq minutes, il faut, pour obtenir la mort en moins de 2 heures, atteindre une dose sensiblement 2 fois plus grande que la dose précédente, pour la cocaïne gauche $\left(\frac{0^g,055}{0^g,025}\right)$, et pour la pseudococaïne droite, une dose sensiblement 5 fois plus grande $\left(\frac{0^g,126}{0^g,025}\right)$.

Le chlorhydrate de cocaïne gauche est donc détruit de façon nette par l'organisme animal, mais son isomère, le chlorhydrate de pseudococaïne droite, est détruit, dans les mêmes conditions expérimentales, de façon nettement plus rapide (2,5 *fois plus vite*).

([1]) A. RICHAUD et FERNAND MERCIER, *C. R, Soc. Biologie*, 89, 1923, p. 74.

Cette destruction plus facile pour la pseudococaïne droite se manifeste également dans la deuxième série d'expériences (injection toutes les minutes d'une dose de $0^g,005$ par kilogramme. Elle se manifeste aussi dans l'apparition des convulsions produites par cette drogue : lorsqu'on injecte le chlorhydrate de pseudococaïne droite à la dose unique de $0^g,008$ par kilogramme, les convulsions surviennent quelques secondes après l'injection; à la dose de $0^g,005$ répétée toutes les minutes, elles se produisent seulement après la troisième injection (soit après une dose totale de $0^g,015$ par kilogramme); enfin, à la dose de $0^g,005$ par kilogramme, toutes les cinq minutes, elles n'apparaissent qu'après la cinquième injection (soit après $0^g,025$ par kilogramme).

Les résultats que nous avons trouvés viennent à l'appui des constatations faites par Gottlieb [1] sur des animaux plus éloignés que le chien de la constitution humaine.

La constatation d'une destruction plus rapide pour le chlorhydrate de pseudococaïne droite que pour le chlorhydrate de cocaïne gauche, destruction conditionnant une moindre toxicité, fait prévoir que le premier de ces corps aura, sur son isomère, des avantages importants pour l'utilisation pratique.

PHARMACODYNAMIE. — *Recherches sur l'antagonisme de la base tropine (tropanol) et de la pilocarpine sur le cœur.* Note de M. **René Hazard**, présentée par M. A. Desgrez.

L'inexcitabilité temporaire du pneumogastrique par les courants induits que produit le tropanol [2] peut-elle s'expliquer par une action inhibitrice portée par cet alcaloïde sur les terminaisons intracardiaques du vague ? Y a-t-il, au moins chez le chien [3], antagonisme du tropanol vis-à-vis de la pilocarpine ?

On fait à un chien, anesthésié au chloralose et à vagues sectionnés, l'injection, par la voie intraveineuse, de doses de pilocarpine suffisantes pour produire une forte excitation du vague cardiaque. Au moment où celle-ci est la plus nette, on injecte une dose forte de tropanol : si la dose est suffi-

(1) R. Gottlieb, *Arch. f. exp. Path. u. Pharm.*, 97, 1923, p. 113.

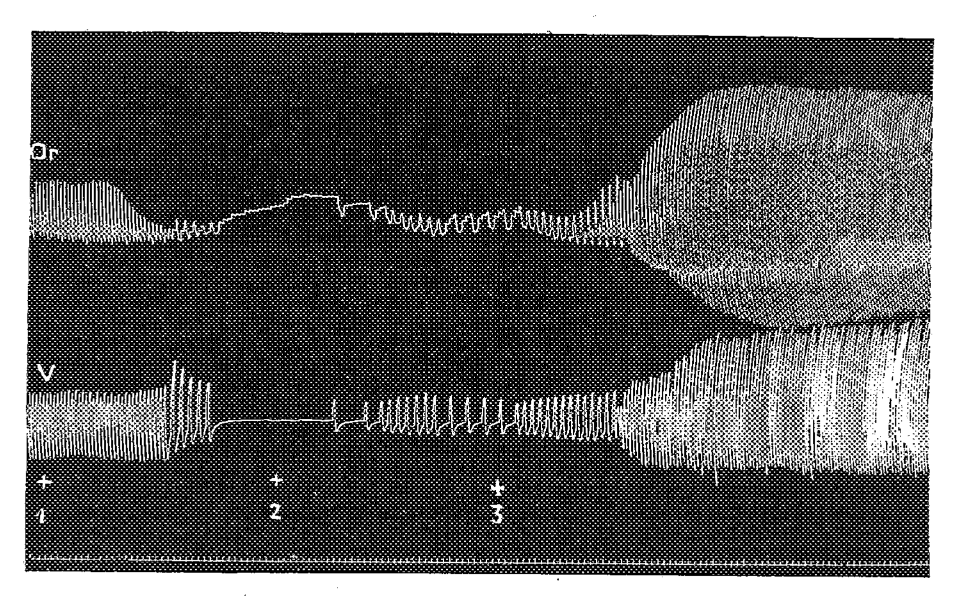
(2) René Hazard, *C. R. Soc. de Biologie*, 93, 1925, p. 515.

(3) Symons aurait montré que cet antagonisme ne s'observerait pas chez le chat anesthésié à la paraldéhyde.

sante, on voit (figure ci-dessous) presque immédiatement le cœur reprendre ses battements, puis accélérer son rythme et augmenter l'amplitude de ses contractions, d'une façon parfois considérable et assez prolongée.

Ces effets s'atténuent ensuite progressivement, jusqu'à ce que le cœur ait repris le rythme et l'amplitude caractéristiques de l'action du tropanol.

Comment expliquer cette phase passagère d'hyperexcitabilité cardiaque ?



Levée par le tropanol de l'arrêt cardiaque porté par la pilocarpine. Chien ♂ 5^{kg},9. Or = oreillette et V = ventricule du cœur *in situ* (méthode de suspension). En bas, les temps en secondes. Injection intraveineuse en + 1 de 2^{mg},5 par kilogramme de nitrate de pilocarpine; en + 2 et + 3 de 0^{g},10 par kilogramme de tropanol neutralisé. (*Tracé réduit des 2/5.*)

1° On ne peut invoquer [comme Gottlieb (1) l'a fait pour expliquer la levée, d'ailleurs incomplète, de l'arrêt muscarinien par le tropanol sur le cœur de grenouille] l'action cardiotonique de cet alcaloïde, car il exerce, chez le chien, des effets dépresseurs (2) (ralentissement, diminution d'amplitude, chute de pression).

2° On pourrait penser qu'il se fait dans l'organisme une décharge d'adrénaline, mais les phénomènes observés ne s'accompagnent ni de vasoconstriction rénale, ni d'augmentation sensible de pression; ils sont d'ailleurs aussi nets après surrénalectomie double.

---

(1) Gottlieb, *Arch. f. exp. Pathol. und Pharmakol.*, 37, 1896, p. 218 et suiv.

(2) René Hazard et L.-J. Mercier, *Comptes rendus*, 181, 1925, p. 526 et 934.

3° Il faut admettre qu'il y a une excitation temporaire des accélérateurs cardiaques. La tachycardie observée est en effet d'autant plus forte et prolongée que le ralentissement produit par la pilocarpine était lui-même plus marqué. Mais, pour que toute action vagale cesse et que le sympathique puisse exercer ses effets, il faut que le tropanol ait porté ses effets inhibiteurs sur tous les éléments excités par la pilocarpine.

En somme, le tropanol semble lever l'arrêt cardiaque porté par la pilocarpine par excitation du vague, et permettre l'action des accélérateurs. Ces deux alcaloïdes, exerçant des actions opposées sur les mêmes appareils, doivent donc être considérés, dans le domaine du vague cardiaque, comme des antagonistes (¹).

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence du formol sur la précipitation des matières azotées des sérums par l'acide trichloracétique.* Note de MM. **Marcel Mascré** et **Maurice Herbain**, présentée par M. Béhal.

Divers travaux ont montré déjà que le formol modifie certaines propriétés des albumines, en particulier des albumines sériques (floculation par divers agents). Mais on n'a encore qu'à peine étudié, à notre connaissance, l'influence du formol sur la précipitation *quantitative* des albumines sériques. Nous avons voulu étudier son influence sur la désalbumination trichloracétique des sérums.

Nos expériences ont porté sur des sérums de cheval, de taureau, et sur le sérum humain. Dans tous les cas, nous avons déféqué le même sérum par l'acide trichloracétique à diverses concentrations et, comparativement, par l'acide trichloracétique aux mêmes concentrations en présence de formol (solution commerciale à 38-

(¹) Cet antagonisme est démontré aussi par les faits que voici, qui sont d'ailleurs moins probants. Si l'on injecte, au moment où le tropanol exerce encore ses effets, une dose de pilocarpine égale à celle qui avait antérieurement provoqué l'arrêt cardiaque, on constate que la pilocarpine produit des effets très atténués par rapport à l'action primitive; quelquefois à peine sensibles, ils sont marqués au maximum par un faible ralentissement du rythme et une faible diminution d'amplitude des contractions auriculaires. On saisit ici une différence très tranchée entre la pilocarpine et l'acétylcholine; celle-ci, en effet, agissant après le tropanol, produit toujours et peut-être même plus facilement encore l'arrêt cardiaque (Raymond-Hamet, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 820). Ces faits permettraient de penser qu'il y a une différence dans le point d'attaque de la pilocarpine et de l'acétylcholine, cette dernière exerçant des effets plus périphériques.

40 pour 100 préalablement neutralisée). Nous avons aussi, pour une même dose d'acide fait varier, parfois, la teneur en formol. Dans tous les cas, le volume total des liquides, la concentration en sérum (50 pour 100) étaient les mêmes ; seules variaient les teneurs en acide trichloracétique (5, 7,5 et 10 pour 100) et en formol (1,5 et 25 pour 100). Nous avons mêlé les liquides dans l'ordre suivant : sérum, formol, solution trichloracétique.

Après 15 à 30 minutes de repos, on filtre. Un volume convenable du filtrat est minéralisé par l'acide sulfurique en présence de $SO^4K^2 + SO^4Cu$. On distille ensuite dans l'appareil de Parnas et Wagner et l'on titre NH^3 par la méthode iodométrique de Bang [1]. On calcule enfin la teneur en N en milligrammes par litre de sérum [2].

Voici les résultats de quelques expériences :

	Précipitation par		N restant par litre de sérum (en milligrammes). Origine du sérum.					
	Ac. tric. %	+ Formol %.	I Cheval.	II Cheval.	III Cheval.	IV Taureau.	V Homme.	VI Homme.
a....	5	0	266	315	392	320	357	582
b....	5	1	"	"	"	240	"	"
c....	5	5	"	"	"	"	"	502
d....	5	25	171	200	308	218	203	434
e....	7,5	0	270	311	385	267	283	557
f....	7,5	1	"	"	"	221	"	"
g....	7,5	5	"	"	"	"	"	534
h....	7,5	25	182	206	301	197	172	378
i....	10	0	311	284	339	335	298	563
j....	10	1	"	"	"	255	"	"
k....	10	5	"	"	"	"	"	403
l....	10	25	214	224	212	212	172	369

L'examen du tableau met en évidence les faits suivants :

1° Comme on le sait déjà, le chiffre de N restant varie avec la concentration en acide trichloracétique. La précipitation est maximum, suivant les cas, pour une concentration de : 5 pour 100 (I), 7,5 pour 100 (IV, V, VI), ou 10 pour 100 (II et III).

2° Dans tous les cas, pour une même concentration en acide trichloracétique, *la teneur en* N *restant est abaissée en présence de formol.* En présence de formol, il y a donc une précipitation plus forte de N sérique. Si l'on compare les chiffres de N restant après défécation par l'acide trichloracétique seul et par la même quantité d'acide en présence de 25 pour 100 de

(1) DURUPT, *Microméthodes et semi-microméthodes.* Poinat, éditeur, Paris, 1924, p. 45 et suivantes.

(2) Les détails techniques seront publiés dans un autre Mémoire.

formol, on relève des différences qui varient de 43,1 pour 100 (exp. V, *a* et *d*) à 21,1 pour 100 (exp. II, *i* et *l*), ce qui dépasse de beaucoup les erreurs d'expérience.

L'augmentation de N *précipité est d'autant plus grande que la teneur en formol est plus élevée* (exp. IV et V). Il suffit de 1 pour 100 de formol dans l'expérience IV pour abaisser le chiffre de N restant de 17,3 pour 100 (IV, *e* et *f*) à 25 pour 100 (IV, *a* et *b*).

Nous avons, dans quelques cas, comparé la désalbumination par l'acide trichloracétique et le formol à la désalbumination phosphotungstique. Voici le résultat de trois expériences :

	N restant par litre de sérum (en milligrammes).		
	I. Cheval.	II. Cheval.	III. Taureau.
Précipitation par :			
a. Ac. trichlor. 10 %....................	284	277	357
b. Ac. trichlor. 10 % + formol 25 %...	224	221	277
c. Ac. phosphotungstique	184	209	283

Dans les expériences II et III, les chiffres d'N restant sont très voisins et les différences observées (2,1 pour 100) sont, en III, de l'ordre des erreurs d'expérience. Avec une quantité suffisante de formol, la précipitation trichloracétique tend donc vers des chiffres très comparables à ceux de la précipitation phosphotungstique; il y a là un fait intéressant au point de vue de ce que l'on a appelé l'« indice de désamination » ([1]).

Conclusions. — L'influence du formol sur la précipitation *quantitative* des matières azotées du sérum par l'acide trichloracétique est donc bien établie. On admet que l'acide trichloracétique précipite les albumines seules, tandis que l'acide phosphotungstique précipite, avec celles-ci : les peptones, les albumoses, divers composés peptidiques. On doit donc admettre que, en présence de formol, l'acide trichloracétique précipite, avec les albumines, une partie plus ou moins grande des composés azotés intermédiaires entre les albumines vraies et les acides aminés, soit en les modifiant, soit, plus probablement, parce qu'une partie de ces composés est adsorbée par le précipité albuminoïdique. Dans ces conditions, les petits écarts observés dans certaines de nos expériences s'expliqueraient par une composition, différente suivant les espèces ou les individus, de cette fraction de l'N sérique. Des recherches ultérieures nous éclaireront sur ce point.

([1]) N. Fiessinger, H.-R. Olivier, M. Herbain, *L'indice de désamination comme épreuve d'exploration fonctionnelle du foie* (*Bull. Soc. Médic. Hôp., Paris*, 3e série, 50, 1926, p. 1608).

PARASITOLOGIE. — *Cycle évolutif du* Schistosoma bovis (= Bilharzia crassa), *infection spontanée du* Bullinus contortus *en Corse*. Note ([1]) de M. E. **Brumpt**, présentée par M. E. Leclainche.

La bilharziose bovine déterminée par le *Schistosoma bovis* existe en Égypte où elle a été découverte, en avril 1876, par P. Sonsino. Depuis cette époque, elle a été signalée en Afrique méridionale et orientale et dans l'Ouganda, aux Indes, dans les États malais, en Indochine (Annam) en Sicile et en Sardaigne.

Jusqu'à ce jour cette infection n'avait pas été observée en France et c'est certainement par suite d'une erreur bibliographique que Khalil (1924) et Baylis (1929) disent que le *Schistosoma bovis* existe dans le midi de notre pays. La seule espèce de bilharzie signalée en France est le *Schistosoma bomfordi*, très différent de l'espèce qui fait l'objet de cette Communication. Ce ver a été récolté une seule fois, à l'autopsie d'une vache de la Dombes, par Marotel, en 1908; il n'a pas été signalé depuis cette époque.

Malgré la vaste répartition géographique du *S. bovis*, son évolution était en grande partie inconnue; nous savions seulement, par les travaux de Cawston (1920), qu'un cobaye infecté avec des cercaires du mollusque *Physopsis africana*, en octobre, avait présenté, en février, des bilharzies identifiées par R.-T. Leiper à *Schistosoma bovis* et que la furcocercaire pourvue d'un pharynx, désignée sous le nom de *Cercaria octadena* Faust (1921), était encore considérée par Faust (1921) et par Cawston (1923) comme étant la forme larvaire de ce trématode.

Mes observations, faites en Corse au laboratoire antipaludique de Porto-Vecchio (Fondation Rockefeller) et à mon laboratoire de la Faculté de Médecine, m'ont permis de démontrer, d'une part, que la cercaire du *Schistosoma bovis* est dépourvue de pharynx, comme celles des Schistosomes parasites de l'homme ou d'autres mammifères, et d'autre part que l'hôte intermédiaire de ce ver, en Corse, est le *Bullinus contortus*, hôte habituel de *Schistosoma hæmatobium* dans le bassin méditerranéen, en Égypte et dans le proche Orient.

J'ai rencontré les mollusques infectés dans un certain nombre de mares du petit village de Monacia, situé à l'ouest de Bonifacio, au cours de deux

---

([1]) Séance du 12 novembre 1929.

expéditions effectuées le 15 et le 20 août 1929. La proportion de mollusques émettant des furcocercaires de *Schistosoma bovis* était d'environ 1 pour 100 à cette époque de l'année, sur 2000 exemplaires examinés vivants, par lots, dans des tubes exposés au soleil.

Les plus petits bullins infectés mesuraient 5^{mm} de hauteur; les plus gros 10^{mm}.

En partant de ces cercaires, j'ai pu infecter à Porto-Vecchio, du 20 au 25 août, un hérisson (*Erinaceus europæus*) qui a succombé 37 jours après le premier bain dans l'eau chargée de furcocercaires, avec des embolies de vers, accouplés ou non, dans les vaisseaux du foie, du pancréas et du mésentère.

De retour à Paris, j'ai pu infecter des souris blanches, à partir du 30 août, avec les mollusques apportés de Corse. L'une d'elles (127 XI), sacrifiée le 35e jour, montrait, dans le foie et les veines du mésentère, de très jeunes vers des deux sexes; une autre (140 XI), sacrifiée le 63e jour, hébergeait quatorze mâles et quatorze femelles, dont douze accouplés. Plusieurs femelles présentaient des œufs non mûrs dans leur utérus, et elles en avaient déjà pondu, de non mûrs également, dans la paroi du rectum et dans le parenchyme hépatique qui, chez le bœuf, est le lieu d'élection où les œufs se trouvent le plus facilement à l'examen microscopique, ainsi qu'il résulte de mes recherches faites au Caire, au laboratoire de mon collègue M. Khalil.

Les vers mâles et femelles adultes trouvés chez la souris sont beaucoup plus petits que ceux observés chez le bœuf, mais ils présentent la même structure anatomique, bien décrite par M. Khalil en 1924.

Le temps m'a manqué, en Corse, pour mettre en évidence les *Schistosoma bovis* dans les vaisseaux veineux des bovins ou des ovins et je n'ai pas trouvé d'œufs de ce ver dans les déjections d'une vache et d'un veau atteints de cachexie aqueuse avec œdème intramaxillaire (bouteille) très prononcé, et d'un veau sain s'abreuvant et se baignant dans les mares de Monacia. Ce fait n'a rien de surprenant, car je n'ai pas trouvé davantage d'œufs en Égypte, dans les déjections d'un bœuf soudanais ayant de nombreux vers dans le mésentère. Par contre, j'ai vu dans les selles des trois bovidés corses des œufs, parfois très nombreux, du *Paramphistomum cervi*, trématode très commun à l'état larvaire chez le *Bullinus contortus*.

Dans les pays où la bilharziose urinaire humaine est due à la présence de mollusques du genre *Bullinus*, les auteurs attribuent généralement les furco cercaires observés au *Schistosoma hæmatobium*; le présent travail montre que celles-ci peuvent appartenir également au cycle du *S. bovis*, parasite qui sera certainement rencontré dans les pays de l'Afrique mineure où les

mollusques, hôtes intermédiaires, sont très abondants. La présence du *Schistosoma bovis* aux Indes et en Extrême-Orient, dans des régions où ni *Bullinus contortus*, ni *Physopsis africana* ne se rencontrent, montre qu'il existe encore d'autres hôtes intermédiaires susceptibles d'assurer le cycle évolutif de ce parasite.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Présence d'anticorps dans le pus d'abcès de fixation.* Note (1) de M. **M. Belin**, présentée par M. Charles Richet.

Si l'on détermine la production d'abcès de fixation chez des chevaux hyperimmunisés contre le tétanos on constate les faits suivants :

1° Si l'injection d'essence de térébenthine est faite 24 heures avant l'injection de 200^{cm^3} de toxine tétanique, le pus récolté 5 jours après cette dernière intervention ne contient ni toxine, ni antitoxine décelables. D'autre part, si l'on prélève aseptiquement le pus d'un abcès de fixation et si au même moment on injecte la même quantité de toxine, le pus aseptique recueilli le lendemain ne contient pas de toxine libre; les cobayes qui ont reçu ce pus ne sont immunisés ni activement ni passivement.

2° Mais si l'abcès est provoqué 24 heures après l'injection toxique le pus récolté au bout de 6 jours, protège les cobayes à la dose de $0^{cm^3},5$ à 1^{cm^3} contre une dose sûrement mortelle de toxine injectée sous la peau 11 jours après. La protection est plus complète si l'injection d'essence de térébenthine est faite plus tard, vers le vingtième jour par exemple dans nos expériences.

On obtient ainsi chez les cobayes une immunité passive, parce qu'elle s'établit très rapidement et que, vers le vingtième jour, elle a à peu près disparu. Les cobayes ayant résisté à une injection d'épreuve ne sont pas immunisés activement.

3° Le pus frais lavé reste riche en antitoxine. Mis en suspension dans une partie d'eau physiologique ou de bouillon, le liquide surnageant après décantation renferme peu d'anticorps. Mais si l'on conserve le pus après homogénéisation préalable en eau physiologique phéniquée à la température du laboratoire, le liquide surnageant s'enrichit tandis que le culot devient moins actif; nous avons constaté après 4 mois que le liquide surnageant est aussi antitoxique que l'était le culot purulent au début.

4° Le pus d'abcès de fixation, à volume égal, contient plus d'antitoxine que le sérum correspondant prélevé *avant* l'injection d'essence de térébenthine.

(1) Séance du 12 novembre 1929.

Le pus total se montre à volume égal moins curatif que le sérum correspondant, mais après 4 mois le liquide surnageant est aussi actif (vraisemblablement parce qu'on évite ainsi une injection massive de pus hétérologue).

5° Le pus aseptique provenant d'un cheval neuf n'a aucune action préventive ni curative sur l'évolution du tétanos provoqué par une injection de toxine.

Conclusions : Les leucocytes des chevaux immunisés contre le tétanos fixent, ou élaborent peut-être, de l'antitoxine tétanique. *In vivo*, en présence de toxine, ils fixent celle-ci jusqu'à neutralisation de l'antitoxine. L'antitoxine dans nos conditions d'expériences apparaît dans les leucocytes vers le septième jour. Après destruction les leucocytes abandonnent cette antitoxine au liquide ambiant.

Il est possible d'envisager, en outre, l'utilisation d'une *pyothérapie spécifique*, dans des circonstances qu'il conviendra de préciser, pour l'obtention d'un état d'immunité passive.

A $15^h 55^m$ l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Astronomie, par l'organe de son Doyen, présente la liste suivante des candidats à la place vacante dans la Section d'Astronomie par le décès de M. *P. Puiseux* :

En première ligne. . . . . M. **Ernest Esclangon**.

En seconde ligne, ex æquo par ordre alphabétique . . . . MM. **Jules Baillaud**, **Aymar de La Baume Pluvinel**, **Émile Belot**, **Charles Nordmann**, **Pierre Salet**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 17^h.

E. P.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PENDANT L'ANNÉE 1928 (*suite*).

Belgique.

BRUXELLES. — Académie royale de Belgique : *Annuaire*, A 1271 ; *Mémoires*, M 450 ; *Mémoires couronnés*, M 599.
— Académie royale de médecine de Belgique : *Bulletin*, B 899.
— Musée du Congo belge : *Annales*, A 1083.
— Observatoire royal de Belgique : *Annuaire*, A 1315.
— Société belge de géologie : *Bulletin*, B 1178.
— Société royale de botanique de Belgique : *Bulletin*, B 1736.
— Société royale zoologique de Belgique : *Annales*, A 988.
— Société scientifique de Bruxelles : *Annales*, 1001.
— Jardin botanique de l'État : *Bulletin*, B 1995.
— *Annales des travaux publics de Belgique*, A 1064.
GAND. — Musée royal d'histoire naturelle de Belgique : *Mémoires*, M 576.
— Société chimique de Belgique : *Bulletin*, B 1201.
LIÉGE. — Institut botanique de l'Université : *Archives*, A 2116.
— Société géologique de Belgique : *Annales*, A 980 ; *Mémoires*, M 534.
— Société royale des sciences : *Mémoires*, M 557.
UCCLE. — Observatoire royal de Belgique : *Bulletin sismique*, B 2490.

Danemark.

COPENHAGUE. — Danske meteorologiske Institut : *Meddelelser.*
— Danske Videnskabernes Selskab : *Meddelelser*, D 13 ; *Oversigt*, O 279.
— Seismological Station : *Bulletin.*
— *Danish Ingolf Expedition.*

Espagne.

BARCELONA. — Museo de ciencias naturales : *Memorias*, A 264 ; *Trabajos.*
— Real Academia de ciencias y artes : *Boletin*, B 434 ; *Memorias*, M 693.
— *Ciencia*, C 397[1].
MADRID. — Instituto nacional de investigaciones y experiencias agronomicas y forestales : *Boletin*, B 507[1].
— Laboratorio de investigaciones fisicas : *Trabajos*, J 927.

MADRID. — Museo nacional de ciencias naturales : *Trabajos*, J 929.
— Observatorio astronomico : *Anuario*, A 1908.
— Real Academia de ciencias exactas, fisicas y naturales : *Anuario*, A 1897; *Memorias*, M 692; *Revista*, R 755.
— Real Sociedad española de historia natural : *Boletin*, A 691; *Memorias*, M 696.
— Sociedad geografica : *Boletin*, B 460.
— *Boletin de pescas*, B 491 *bis*.
SAN FERNANDO. — *Almanaque nautico*, A 555.
— *Catalogo astrofotografico.*

Finlande.

ABO. — Academia aboensis : *Acta : II mathematica*, A 111[1].
HELSINGFORS. — Academia scientiarum fennica : *Annales*, S 750.
— Commission géologique de Finlande : *Bulletin*, B 1093 *bis*.
— Société de géographie de Finlande : *Fennia*, F 32.
— Societas scientiarum fennica : *Acta*, A 139; *Arsbok*; *Bidrag till natur och folk*, B 318.
— *Catalogue photographique du ciel.*
— *Commentationes biologicæ*, C 572 *bis*.
— *Commentationes physico-mathematicæ*, C 573 *bis*.
— *FF (Folklore Fellows) communications*, F 0[1].
— *Merentutkimuslaitoksen julkaisu*, M 735[1].
KUOPIO. — Finnische Akademie der Wissenschaften zu Sodahylä : *Veroffentlichungen des magnetischen Observatoriums.*

Grande-Bretagne.

BIRMINGHAM. — Natural History and Philosophical Society : *Annual Report*, B 363 *bis*; *Proceedings*, P 525.
CAMBRIDGE. — Observatory : *Annual Report*, C 48.
— Solar Physics Observatory : *Annual Report*, A 1721.
— *Cambridge Bulletin*, C 43[1].
— *Cambridge Tracts in Mathematics and Mathematical Physics*, C 49.
DUBLIN. — Royal Dublin Society : *Economic Proceedings*, E 113.
— Royal Irish Academy : *Proceedings*, P 600.
EDINBURGH. — Astronomer Royal for Scotland : *Annual Report*, A 1665.
— Geological Society : *Transactions*, T 306.
— Royal Physical Society : *Proceedings*, P 601.
— Royal Society : *Proceedings*, P 602; *Transactions*, T 402.
GREENWICH. — Observatory : *Report of the Astronomer royal to the Board of Visitors*, R 429.

(*A suivre.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 NOVEMBRE 1929.

PRÉSIDENCE DE M. LÉON LECORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **T. Bonnesen**, professeur de l'Université de Copenhague, qui assiste à la séance.

NÉCROLOGIE. — *Notice sur Sir Ray Lankester, associé étranger de l'Académie* (1). Note de M. **L. Mangin**.

Sir Ray Lankester, associé étranger de l'Académie des Sciences, membre de la Société Royale de Londres, était l'un des plus grands zoologistes de notre époque.

Il se destinait à la paléontologie et a publié une magistrale étude sur ces êtres singuliers des temps dévoniens désignés sous le nom de *Poissons cuirassés*.

Il résolut le premier l'énigme des animaux à chlorophylle tels que certains Infusoires, Hydres et Vers. Il montra, et les recherches ultérieures ont confirmé ses vues, que la chlorophylle n'est pas un produit de leur activité, elle appartient à des algues vivant en commensales.

S'orientant définitivement vers la zoologie, il a étudié de nombreux problèmes et abouti à des conceptions nouvelles.

Il a établi la phylogénie des Arthropodes en partant des Limules et des Trilobites et ruiné la vieille division en Arthropodes terrestres et aquatiques. Chez les Vers, et notamment chez les Vers de terre, il a insisté sur l'importance des néphridies qui devaient fournir la base de toute une belle théorie

---

(1) Le décès de Sir Ray Lankester a été annoncé dans les *Comptes rendus* du 26 août.

sur l'origine des Vertébrés. Ses contributions à l'embryogénie des Mollusques ne sont pas moins importantes, à une époque où l'embryogénie naissante n'avait encore fixé ni ses méthodes ni ses doctrines.

On lui doit, chez les Vertébrés, une monographie importante de l'*Amphioxus*. Il a montré que les liaisons des Poissons et des Batraciens s'établissent par les formes inférieures, contrairement aux idées préconçues; que l'Okapi, superbe ruminant découvert au Congo belge, avait une étroite parenté avec l'*Helladotherium*, exhumé par Gaudry du sol de la Grèce et que l'on croyait éteint depuis le Miocène.

Dans tous ces domaines, Ray Lankester a marqué sa forte empreinte. Professeur remarquable dans un collège d'Oxford, Directeur du Bristish Museum, partout il s'est révélé un maître, attirant auprès de lui de nombreux élèves devenus des maîtres à leur tour.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur le dosage du soufre et du phosphore dans les plantes*. Note de MM. **Gabriel Bertrand** et **L. Silberstein**.

Les dosages du soufre et du phosphore contenus dans les espèces vivantes, végétales ou animales, sont des opérations minutieuses que l'on a presque toujours eu le tort de pratiquer sur les cendres. Divers auteurs, notamment Berthelot et André [1], ont bien fait remarquer qu'une partie des métalloïdes cités disparaissait par l'action du feu, mais on a tellement pris l'habitude, pour éviter l'emploi de méthodes longues et difficiles, de s'en tenir à l'analyse de la partie minérale laissée par la calcination, que l'on ne peut pas encore se rendre un compte exact, par exemple, malgré le nombre considérable de documents publiés, des proportions de soufre et de phosphore qui existent dans les plantes ou les organes des plantes.

Pour être fixé d'une manière aussi précise que possible sur la teneur en soufre de la matière végétale, nous avons utilisé la méthode autrefois proposée par l'un de nous pour le dosage du soufre contenu dans le caoutchouc [2], méthode que nous avions déjà appliquée au dosage du même élément dans la terre arable [3].

---

(1) *Ann. Chim. Phys.*, 6e série, 15, 1888, p. 119 et 128, et *Comptes rendus*, 128, 1899, p. 17.

(2) Gabriel Bertrand, *Le caoutchouc et la gutta-percha*, 4, 1907, p. 1201.

(3) *Bull. Soc. chim.*, 4e série, 41, 1927, p. 950 et 1380.

En conséquence, deux échantillons de 10^g (¹), provenant de plantes ou parties de plantes recueillies avec soin, lavées puis essorées avec du papier à filtre, ont été traités dans un petit ballon de 125 à 150^{cm^3}, le premier à l'état frais, le second après dessiccation à la température de $+100°$, par 15^{cm^3} d'acide azotique fumant, préalablement redistillé et vérifié exempt d'acide sulfurique. On a agité vivement, aussitôt l'acide versé sur la substance organique, pour assurer un mélange intime et pour éviter une inflammation possible, du moins avec l'échantillon desséché. Lorsque, après quelque temps de contact à la température ordinaire, la première réaction a été calmée, on a chauffé au bain-marie, doucement d'abord, jusqu'à dissolution complète et cessation d'effervescence. A partir de cette phase, l'opération a été continuée exactement comme s'il s'était agi de doser le soufre dans du caoutchouc ou de la terre arable : évaporation à consistance pâteuse, saturation de l'acidité par le carbonate de sodium, addition de mélange nitro-alcalin, fusion au four électrique, etc.

Parallèlement, nous avons préparé les cendres d'un troisième échantillon de 10^g par chauffage progressif au four à moufle jusqu'à la température du rouge naissant, à peine visible. Ces cendres, qui étaient restées légères jusqu'à la fin, sans fusion, ont été additionnées d'une quantité de mélange nitro-alcalin égale à celle qui avait servi dans les deux dosages précédents, puis chauffées au four électrique, de manière à rendre les conditions de précipitation par le baryum comparables dans les trois dosages.

Les résultats de ces expériences, résumés dans le tableau I ci-après démontrent que :

1° En général, les teneurs en soufre sont les mêmes dans les échantillons frais et dans les échantillons desséchés, les petites différences trouvées en plus ou en moins trouvant leur explication dans l'inégalité de composition des matériaux soumis aux analyses et pouvant rentrer dans l'ordre de grandeur des erreurs expérimentales (²). Il n'y a eu de différence manifeste que dans le cas du bulbe d'oignon où une certaine quantité d'essence sulfurée s'est produite et volatilisée pendant la dessiccation.

2° La proportion de soufre qui reste dans les cendres est toujours très inférieure à celle qui existe dans la plante. Malgré les soins pris pour la calcination (³), les pertes se sont élevées de 43,8 à 76,1 pour 100.

(¹) Correspondant à environ 1 à 3^g de matières sèches. Dans le cas de la graine de froment on a opéré sur 2^g.

(²) On remarquera en effet que, dans les expériences où l'on opérait sur des échantillons de 10^g, une différence de 1^{mg} de soufre par rapport à 100^g de substance végétale ne correspondait qu'à la pesée de $0^{mg},73$ de sulfate de baryum. Dans les expériences sur la graine de froment, où les prises d'échantillon était de 2^g, la différence relative de 1^{mg} de soufre ne correspondait même plus qu'à une pesée de $0^{mg},15$ du sel barytique.

(³) Quand on chauffe plus fortement que nous l'avons fait, les sels alcalins entrent en fusion, retardent ou empêchent la combustion du charbon. Celui-ci agit alors comme réducteur : des sulfates passent à l'état de sulfures qui, dans la suite, par oxydation, laissent dégager de l'anhydride sulfureux. Cette cause de perte avait déjà été signalée en 1849, par Caillat (*Comptes rendus*, 29, 1849, p. 137).

TABLEAU I.

Noms des échantillons analysés.	Soufre trouvé pour 100 de substances fraîches en opérant sur : l'échantillon frais.	l'échantillon sec.	les cendres.	Soufre perdu par calcination.
	mg	mg	mg	pour 100.
Colza (*Brass. nap. ol.* D. C.), partie aérienne en fleurs	125,2	125,5	70,4	43,8-43,9
Pomme de terre (*Sol. tub.* L.), tubercule entier	27,7	28,3	14,8	46,5-47,7
Trèfle commun (*Trif. prat.* L.), partie aérienne	54,5	55,1	27,7	49,2-49,7
Froment (*Trit. sat.* L.), graine	155,2	145,6	74,8	51,8-48,6
Mâche (*Valer. olit.* Poll.), partie aérienne	35,3	33,1	16,3	53,9-50,8
Luzerne (*Medic. sat.* L.), partie aérienne fleurie	88,4	85,7	39,8	55,0-53,6
Pissenlit (*Tarax. off.* Wigg.), partie aérienne fleurie	98,3	97,9	43,7	55,5-55,3
Oignon (*All. cep.* L.), bulbe	66,2	51,8	15,8	76,1-69,5

Pour la détermination exacte du soufre contenu dans les substances végétales, il faut donc renoncer complètement à opérer sur les cendres. On devra détruire les matières organiques par une méthode, telle que celle rappelée plus haut, qui respecte la totalité du métalloïde engagé dans les tissus. On pourra, en général, utiliser les substances examinées aussi bien à l'état sec qu'à l'état frais; toutefois, dans le cas de plantes à essences sulfurées, provenant de Crucifères, de Liliacées ou de familles voisines, il sera plus exact ou tout au moins plus sûr d'opérer directement sur les matériaux frais.

Nous avons entrepris la même recherche comparative au sujet du phosphore.

Pour cela, nous avons pris trois échantillons de 10^{g} [1] des plantes ou parties de plantes étudiées ci-dessus : le premier a été oxydé à l'état frais par l'acide azotique fumant et la fusion alcaline, comme pour un dosage de soufre; le second a été desséché à $+ 100^{o}$ avant de subir cette oxydation; le troisième, enfin, a été passé au four à moufle, puis fondu avec le mélange salin employé en quantité égale à celle qui se trouvait dans les deux expériences précédentes.

Quand la fusion alcaline a été terminée, on a laissé refroidir le creuset; on a placé celui-ci, à moitié rempli d'eau, sur un bain-marie et l'on a chauffé jusqu'à désagrégation complète de la masse fondue. La solution a été filtrée dans un matras, le précipité

(1) Ou de 2^{g} pour la graine de froment.

lavé, d'abord avec 10^{cm^3} d'eau, puis avec 5^{cm^3} d'acide acétique au $\frac{1}{10}$ pour dissoudre les sels alcalino-terreux, lesquels ont été recueillis également dans le matras. Après égouttage, on a mis le filtre et son contenu dans le creuset; on a séché, brûlé le filtre, ajouté 3^g de mélange alcalin, chauffé jusqu'à fusion que l'on a maintenu 10 à 15 minutes, en brassant avec le fil de nickel. Après refroidissement, on a traité la masse fondue par l'eau, comme la précédente, en recueillant la solution toujours dans le même matras.

Finalement, l'alcalinité du liquide a été neutralisée au papier de tournesol avec de l'acide chlorhydrique, on a ajouté 5^{cm^3} d'acide acétique au $\frac{1}{10}$, amené à 125^{cm^3}, titré l'acide phosphorique à l'urane et calculé en phosphore (1).

Les résultats fournis par ces nouvelles expériences et rassemblés dans le second tableau, établissent que :

1° Les teneurs en phosphore des échantillons frais se retrouvent quand on opère sur les échantillons desséchés, aux petites différences près dont nous avons donné l'origine à propos du soufre.

2° Il y a perte de phosphore pendant la calcination, mais que cette perte est beaucoup moins grande que celle du soufre dans les mêmes conditions. Il n'a disparu en effet dans nos expériences, que de 0,2 à 7,0 pour 100 du phosphore contenu dans la matière végétale (2).

Tableau II.

Noms des échantillons analysés.	Phosphore trouvé pour 100 de substances fraiches en opérant sur l'éch. frais.	l'éch. sec.	les cendres.	Phosphore perdu par calcination.
	mg	mg	mg	pour 100.
Pomme de terre, tubercule entier....	53,8	54,9	53,7	0,2-2,0
Mâche, partie aérienne..............	73,3	73,2	72,1	1,6-1,5
Pissenlit, partie aérienne fleurie......	70,9	72,0	69,6	1,8-3,3
Trèfle commum, partie aérienne......	61,0	61,1	59,9	1,8-1,9
Froment, graine....................	402,6	415,4	390,4	3,0-6,0
Colza, partie aérienne fleurie........	70,8	69,5	68,4	3,4-1,8
Luzerne, partie aérienne fleurie......	100,0	103,8	96,4	3,6-7,1
Oignon, bulbe......................	58,6	56,2	56,1	4,3-0,2

Les manières très différentes de se comporter du soufre et du phosphore pendant la calcination proviennent évidemment de ce qu'une grande partie du soufre est engagée dans des combinaisons purement organiques, notamment des combinaisons à noyau cystinéique, tandis que le phosphore est

(1) Comme nous l'avons vérifié par des expériences de contrôle, ni la silice, ni le calcium n'influencent le dosage du phosphore par cette méthode.

(2) Vu la petitesse des chiffres, il ne s'agit évidemment ici que d'une approximation.

toujours lié à de l'oxygène, sous forme de reste phosphorique, même dans les combinaisons carbonées telles que la phytine, la lécithine ou les acides nucléiques. En calcinant avec précaution, à température relativement basse, de façon à obtenir des cendres poreuses et légères, on évite presque complètement la réduction des phosphates et, par suite, la perte de phosphore.

Nous montrerons prochainement, par un exemple, que les résultats exposés dans ce Mémoire ne présentent pas seulement de l'intérêt au point de vue de la chimie végétale théorique, mais aussi de la pratique agricole.

MINÉRALOGIE. — *Sur les étincelles qui jaillissent des stalactites frappées violemment avec un outil d'acier.* Note de M. **J.-A. Le Bel.**

J'avais observé depuis longtemps le curieux phénomène mentionné dans le titre de cette Note sur les stalactites de ma grotte des Eyzies en Dordogne, et je ne doutais pas qu'il soit dû à la présence de grains de quartz inclus dans la roche; mais tout récemment, j'ai fait dissoudre un morceau assez important de stalactite, et à mon très grand étonnement, il n'est resté aucune matière dure.

J'ai renouvelé mon essai avec une stalactite provenant des grottes célèbres de Han-sur-Lesse (Belgique), et d'un autre côté M. Viré l'a observé sur les stalactites de la grotte de La Cave près Rocamadour; il est assez probable que le phénomène est général dans toutes les formations de stalactites. Il y a lieu de l'attribuer à un phénomène de triboluminescence, car le carbonate de calcium est une matière plutôt tendre.

Je profite de cette occasion pour signaler que les stalagmites de ma grotte des Eyzies sont souvent inclinées, ce qui donne lieu à des sortes de buissons qu'on appelle buissons de corail; mais la formation la plus curieuse est celle qu'on appelle corne de cerf, dont les branches très minces décrivent parfois des demi-cercles complets. Ces formations sont extrêmement rares, et ne se produisent plus aujourd'hui parce que l'air des grottes est devenu trop sec. J'ai remis à M. A. Lacroix, au Muséum, un bel échantillon de corne de cerf représentant le type de ce genre de stalactite.

GÉOPHYSIQUE. — *Sur les mesures de températures dans les sondages.* Note de MM. **G. Friedel** et **V. Maikowsky**.

Pour ces mesures, l'emploi des thermomètres à maxima ordinaires, du type médical ou autres, est à rejeter, à cause du danger de déplacement de l'index dans les manœuvres de remontée. Il vaut mieux, d'ailleurs, éviter d'employer des thermomètres fermés alors qu'on les immerge sous 1000 ou 1500^m d'eau et plus, ce qui oblige à les enfermer dans une boîte d'acier à la fois très solide et très étanche sous peine de les exposer à l'écrasement, ou tout au moins de devoir soumettre leurs indications à des corrections de pressions considérables et très incertaines.

Par contre l'emploi du thermomètre coupé, dont le principe n'est pas nouveau, nous a donné d'excellents résultats depuis que nous y avons apporté un très petit perfectionnement qui le rend tout à fait sûr.

On se sert d'un tube thermométrique non gradué, muni d'un réservoir, du type courant. Le tube est coupé obliquement suivant une face plane faisant un angle de 45° au plus avec l'axe du tube; cette section s'obtient facilement, à sec, au moyen de la meule de corindon qu'emploient tous les opticiens. On remplit réservoir et tube de mercure de façon que le mercure affleure à l'orifice à une température sûrement inférieure à celle T qu'il s'agit de mesurer. Deux ou trois thermomètres ainsi préparés sont descendus, simplement protégés par une boîte de fer-blanc qui n'a besoin d'être ni solide ni étanche, la pression étant sans effet notable sur le tube ouvert. Il faut seulement remplir la boîte d'eau propre, afin d'éviter au thermomètre le contact d'une eau boueuse qui risquerait d'obturer le tube. Après un séjour de quelque 24 heures au fond du trou de sonde, le thermomètre est remonté, sans que les chocs des manœuvres puissent avoir aucune action sur ses indications. Le mercure, à la température T, s'est échappé en partie et affleurait au niveau de l'orifice. La section oblique a pour effet de déterminer d'une manière sûre le détachement et la chute de gouttelettes très régulières, tandis qu'avec une section normale il peut se faire qu'une goutte plus ou moins grosse de mercure s'accumule sur l'orifice, puis rentre dans le tube lors du refroidissement. En fait, avec les tubes ordinaires tels qu'on les emploie pour les thermomètres courants gradués en degrés, il s'écoule avec une parfaite régularité de deux à trois gouttelettes par degré. La précision atteint ainsi un tiers de degré à un demi-degré. Il nous a semblé illu-

soire d'aller au delà en raison des variations possibles de la température mesurée, mais rien ne serait plus facile que d'augmenter la précision : il suffirait d'employer un tube plus fin ou un réservoir plus gros.

Les tubes remontés sont placés tour à tour, au laboratoire, dans un bain liquide convenablement agité, à côté d'un thermomètre gradué. On élève lentement la température du bain, et lit la température T sur le thermomètre gradué, à l'instant où le mercure, dans le thermomètre coupé, atteint l'orifice. Il n'y aurait pas grand intérêt à mieux définir cet instant, la précision pouvant être augmentée à volonté. Le mieux est d'observer en se plaçant bien en face de la section du tube et en notant le moment où l'on voit apparaître le mercure brillant dans l'orifice. Si l'observateur est seul, il peut employer comme thermomètre gradué un thermomètre à maxima, qu'il sort du bain au moment où le mercure affleure dans le thermomètre coupé.

Grâce à ce minuscule perfectionnement de la section oblique, il y a un contraste frappant entre les anciennes courbes de températures, irrégulières, comme celles que l'on trouve dans tous les ouvrages classiques, et celles que nous observons dans les nouveaux sondages effectués par les mines domaniales de potasse d'Alsace dans le bassin salifère du Haut-Rhin. Les courbes sont à très peu près des droites, la répartition des températures jusqu'à 1600^{m} linéaire et le degré géothermique bien constant (25^{m} environ).

Deux observations :

1° Si l'on se propose de connaître la température régnant dans le sol à chaque profondeur avant tous travaux, les mesures ne se font utilement qu'au cours de l'approfondissement du sondage, au fond du trou. La régularité des mesures ainsi obtenues tend à faire penser que, dans ces conditions, la chaleur dégagée par le rodage et le refroidissement déterminé par la circulation d'eau n'influent pas sensiblement sur la température de l'eau au fond du trou, telle qu'elle s'établit après quelque 24 heures de repos. Les courants de convection qui pourraient s'établir pendant ce repos en raison des différences de température aux différentes profondeurs paraissent, de même, être sans action notable. En revanche, les mesures faites sur le sondage après son exécution, par exemple en remontant lors du détubage et de l'obturation, sont irrégulières et donnent une idée inexacte du degré géothermique.

2° Une cause d'erreur qui affecte les résultats de beaucoup de sondages se présente dans la zone des profondeurs faibles et moyennes, pouvant aller dans nos climats (très en gros) jusque vers 300 à 400^{m}. Cette zone, dont la

limite varie avec le climat, le jour et l'heure même des mesures, est celle où la température T du sol, à mesurer, est inférieure à la température régnant dans l'air au moment des lectures. On prend couramment la précaution de remplir de glace la boîte des thermomètres, afin qu'ils ne passent pas, avant d'atteindre le fond du trou, par une température supérieure à T. Mais lorsqu'on remonte les thermomètres au jour il arrive souvent que l'on ne songe plus à prendre des précautions du même ordre, aussi nécessaires cependant. On mesure ainsi des températures trop élevées, quand elles ne vont pas jusqu'à être simplement, comme on en voit des exemples, la température même du laboratoire. C'est à cette cause d'erreurs, grossière mais assez commune pour mériter d'être signalée, qu'il faut attribuer l'irrégularité fréquente des courbes de températures dans les parties supérieures des sondages et l'illusion de températures trop élevées aux profondeurs faibles et moyennes. Il ne semble pas nécessaire d'indiquer ici les précautions à prendre, faciles à imaginer. Ce sont précautions qui exigent quelque réflexion dans chaque cas et que, faute d'y réfléchir, on ne prend le plus souvent pas. Leur oubli fausse un grand nombre de résultats.

Il est à recommander aussi d'éviter au tube préparé pour l'essai des changements brusques de température qui peuvent déterminer la rupture de la colonne mercurielle.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un membre de la Section d'Astronomie en remplacement de M. *P. Puiseux* décédé.

Le nombre de votants étant 49,

M. Ernest Esclangon	obtient	....	35	suffrages
M. Charles Nordmann	»	....	7	»
M. Jules Baillaud	»	....	3	»
M. Émile Belot	»	....	2	»

Il y a 2 bulletins nuls.

M. **Ernest Esclangon**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Son élection sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

PLIS CACHETÉS.

M. **Louis le Rond** demande l'ouverture du pli cacheté reçu dans la séance du 25 juin 1923 et inscrit sous le n° 9189.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient un Mémoire sur *Les éléments de la nature*.

(Renvoi à la Section de Physique.)

CORRESPONDANCE.

ARITHMÉTIQUE. — *Sur l'extraction des racines de tableaux carrés.* Note de M. **Herbert Ory**.

Dans une précédente Note (*Comptes rendus*, séance du 3 décembre 1928), nous avons exposé une méthode de résolution de l'équation $x^n = A$, où A est un tableau carré du deuxième ordre. Cette méthode, basée sur la théorie des substitutions, peut en général être appliquée au cas d'un tableau carré d'ordre quelconque. C'est sur cette généralisation et sur la simplification de la méthode que nous voulons revenir aujourd'hui.

Pour éviter les longs développements que nécessite le cas général d'un tableau d'ordre quelconque, nous allons brièvement exposer le procédé de résolution dans le cas des tableaux carrés du troisième ordre. Par analogie, on en déduira aisément le procédé pour le cas général. Soit donc

$$A = \begin{Vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{Vmatrix}$$

un tableau carré du troisième ordre et proposons-nous tout d'abord de résoudre l'équation $x^2 = A$.

Nous appellerons *racine carrée de* A le tableau x qui satisfait à cette dernière égalité et, d'une façon générale, *racine* $n^{\text{ième}}$ *de* A le tableau y satisfaisant à l'équation $y^n = A$.

Dans ce qui suit, nous supposons connue la théorie des substitutions.

Par une substitution S, convenablement choisie, on fait correspondre au tableau A un tableau réduit, $B = SAS^{-6}$, dont seuls les éléments de la diagonale principale ne sont pas nuls. La racine carrée de B s'extrait alors aisément : c'est un tableau carré y dont les éléments de la diagonale principale sont les racines carrées des éléments correspondants de B, tous les autres éléments étant nuls. La substitution inverse de S, appliquée à ce tableau y, détermine un tableau $x = S^{-1} y S$, qui est la racine carrée de A et le problème est résolu.

La recherche de la substitution S n'est pas aisée. On peut voir à ce sujet, dans la Note précitée, la substitution que nous avons donnée dans le cas des tableaux du deuxième ordre. On peut pratiquement éviter la recherche de S. Il suffit de se souvenir que les éléments de la diagonale principale du tableau réduit B ne sont pas autre chose que les racines de l'équation caractéristique de A. Cette équation est, comme on sait, pour les tableaux du troisième ordre, de la forme

$$A^3 + aA^2 + bA + c = 0,$$

où a, b, c sont des nombres réels.

Supposons que les racines de cette équation soient α_1, α_2, α_3. Le tableau $B = SAS^{-4}$ a donc la forme

$$B = \begin{Vmatrix} \alpha_1 & 0 & 0 \\ 0 & \alpha_2 & 0 \\ 0 & 0 & \alpha_3 \end{Vmatrix}.$$

Sa racine carrée est

$$y = \begin{Vmatrix} \sqrt{\alpha_1} & 0 & 0 \\ 0 & \sqrt{\alpha_2} & 0 \\ 0 & 0 & \sqrt{\alpha_3} \end{Vmatrix}.$$

Nous avons déjà dit qu'au tableau y la substitution inverse de S fait correspondre le tableau $x = S^{-1} y S$, qui est la racine carrée de A. Ici encore il est pratiquement inutile d'avoir recours à la substitution S pour déterminer x.

L'équation caractéristique de x est, aux notations près, identique à celle de y. Elle se déduit donc du tableau ci-dessus et s'écrit

$$x^3 - (\sqrt{\alpha_2 \alpha_3} + \sqrt{\alpha_1 \alpha_3} + \sqrt{\alpha_1 \alpha_2})\, x^2 + (\sqrt{\alpha_1} + \sqrt{\alpha_2} + \sqrt{\alpha_3})\, x - \sqrt{\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3} = 0.$$

Or le tableau x doit satisfaire à l'équation $x^2 = A$, d'où, en substituant,

$$x = (A + \sqrt{\alpha_1} + \sqrt{\alpha_2} + \sqrt{\alpha_3})^{-1} [(\sqrt{\alpha_2\alpha_3} + \sqrt{\alpha_1\alpha_3} + \sqrt{\alpha_1\alpha_2}) A + \sqrt{\alpha_1\alpha_2\alpha_3}],$$

et cette égalité donne la solution cherchée.

Passons au cas de la racine cubique. Nous avons donc à résoudre $x^3 = A$.

Ayant trouvé, comme précédemment, le tableau B, on extrait sa racine cubique

$$y = \begin{Vmatrix} \sqrt[3]{\alpha_1} & 0 & 0 \\ 0 & \sqrt[3]{\alpha_2} & 0 \\ 0 & 0 & \sqrt[3]{\alpha_3} \end{Vmatrix}.$$

L'équation caractéristique de y est identique à celle de x, racine cubique de A, et nous pouvons écrire cette dernière

$$x^3 - (\sqrt[3]{\alpha_2\alpha_3} + \sqrt[3]{\alpha_1\alpha_3} + \sqrt[3]{\alpha_1\alpha_2}) x^2 + (\sqrt[3]{\alpha_1} + \sqrt[3]{\alpha_2} + \sqrt[3]{\alpha_3}) x - \sqrt[3]{\alpha_1\alpha_2\alpha_3} = 0.$$

Or $x^3 = A$, et l'équation prend la forme

$$ax^2 + bx + c + A = 0, \tag{1}$$

où a, b, c sont des nombres ordinaires, réels ou imaginaires et A le tableau carré donné. Cette équation se résout en posant $x + \frac{b}{2a} = z$. Elle devient $z^2 = T$, T étant le tableau $\frac{b^2 - 4ac}{4a^2} - \frac{A}{a}$.

Cette dernière égalité nous ramène au cas de l'extraction de la racine carrée, traité plus haut.

Remarquons pour terminer que, dans le cas général de $x^n = A$, il est toujours possible de déterminer l'équation caractéristique de x comme nous venons de le faire dans les deux cas précédents. Cette équation caractéristique, qui est ici du troisième degré, permet toujours de ramener l'équation donnée $x^n = A$ à une équation du deuxième degré de la forme (1). Nous venons de traiter cette équation et le problème est donc résolu de façon tout à fait générale.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques propriétés des fonctions méromorphes et holomorphes.* Note de M. **H. Milloux**, présentée par M. Émile Borel.

1. En utilisant la formule de Jensen, la définition de l'indice caractéristique de M. R. Nevanlinna, et un théorème de M. Henri Cartan (extension d'un théorème de P. Boutroux), j'ai démontré le théorème suivant :

THÉORÈME I. — *Soit* $\varphi(z)$ *une fonction méromorphe dans le cercle* $|z|=1$. *Si, dans le cercle* $|z|=r$, *les points en lesquels la fonction* $\varphi(z)$ *vérifie l'inégalité*

$$\log|\varphi(z)| \leqq -A$$

ne peuvent être enfermés dans des circonférences dont la somme des rayons est égale à $\frac{2e}{h}$, *on a l'inégalité*

$$(1) \qquad T\left(1, \frac{1}{\varphi}\right) > \frac{A(1-r)}{\log h} o(1).$$

2. Une première application du théorème I est la suivante :

THÉORÈME II. — *Soit* $f(z)$ *une fonction holomorphe et inférieure en module à un dans le cercle* $|z|=1$. *Si, dans le cercle* $|z|=r$, *la fonction* $f(z)$ *satisfait à l'inégalité*

$$\log|f(z)| \leqq -A$$

en des points qui ne peuvent être enfermés dans des circonférences dont la somme des rayons est égale à $\frac{2e}{h}$, *la fonction* $f(z)$ *vérifie l'inégalité*

$$(2) \qquad \log|f(r' e^{i\alpha})| < -\frac{A(1-r)(1-r')}{\log h} o(1).$$

Ce théorème permet d'obtenir des conditions suffisantes pour entraîner la convergence de certaines suites de fonctions holomorphes, conditions moins restrictives que celles que j'ai données dans ma Thèse [1], en application d'une inégalité due à M. Carleman.

Les limites fournies par les inégalités (1) et (2) sont atteintes, au facteur constant o (1) près, par certaines fonctions.

3. Le théorème suivant est une application du théorème I, de la deuxième inégalité fondamentale de M. R. Nevanlinna, et de l'un de mes résultats antérieurs :

THÉORÈME III. — *Soit* $\varphi(z)$ *une fonction méromorphe satisfaisant, dans le cercle* $|z|=1$, *aux deux conditions suivantes :*

1° *Les points où la fonction* $\varphi(z)$ *vérifie l'inégalité*

$$\log|\varphi(z)| \leqq -A$$

ne peuvent être enfermés dans des cercles dont la somme des rayons est inférieure à $\frac{2e}{h}$.

---

(1) Voir H. MILLOUX, *Le théorème de M. Picard...* (*J. de Math.*, 3, IV, 1924, Chap. I, p. 345-401).

2° *Il en est de même des points où* $|\varphi(z)|$ *est supérieure à un.*

Alors, dans le cercle $|z| = R$, *le nombre des zéros de* $\varphi(z) - a$ *est supérieur à*

$$m = \frac{o(1)}{\log h}\left[\frac{A}{\log h} - o(1)\right],$$

sauf peut-être pour des valeurs de a dont les points représentatifs sur la sphère de Riemann sont intérieurs à deux petits cercles de rayon e^{-m}.

Reste une constante numérique.

Ce théorème généralise et étend aux fonctions méromorphes un de mes résultats antérieurs, relatif aux fonctions holomorphes. Il a des applications, notamment dans l'étude des fonctions méromorphes, d'ordre fini supérieur à $\frac{1}{2}$.

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *Quelques résultats touchant la stabilité ou la régularité du mouvement d'un liquide visqueux.* Note de M. **Joseph Pérès.**

1. Dans Mémoire un déjà ancien [1], M. Walfrid Ekman, examinant la stabilité de certains mouvements d'un fluide visqueux, tire parti, pour le cas plan, de la considération du sens de variation de l'intégrale $\iint \zeta^2\, d\sigma$, où ζ est le tourbillon. La lecture de cet intéressant article me fait penser qu'il pourrait être opportun d'indiquer ici divers résultats, assez précis, auxquels m'a amené la considération d'intégrales analogues. Je me borne, pour abréger, aux problèmes plans.

2. Soit d'abord un liquide remplissant tout le plan. Nous supposerons que, dans un petit intervalle $t_0 \leqq t \leqq t_0 + \tau$, le tourbillon tende uniformément vers zéro lorsqu'on s'éloigne à l'infini : R désignant la distance OP, il existera donc une fonction E(R), nulle avec $\frac{1}{R}$, et telle que

$$(1) \qquad |\zeta(P)| < E(R) \qquad \text{(quel que soit } t);$$

de plus, les quantités ζ'_x, ζ'_y, $\Delta\zeta$, u, v seront supposées continues et limitées en module par une fonction K(R) (peu importe laquelle).

---

[1] *On the change from steady to turbulent motion of liquids* (*Arkiv för Mat. Astr. och Fysik.* 6, XII, 1910, p. 14-16).

Considérons alors l'intégrale (étendue à tout le plan)

$$J = \iint \varphi(\zeta)\, d\sigma;$$

d'après la relation connue

$$\frac{\partial\zeta}{\partial t} + u\frac{\partial\zeta}{\partial x} + v\frac{\partial\zeta}{\partial y} = \frac{\mu}{\rho}\Delta\zeta,$$

il vient

$$\frac{\rho}{\mu}\frac{dJ}{dt} = -\frac{\rho}{\mu}\iint \varphi'(\zeta)\left(u\frac{\partial\zeta}{\partial x} + v\frac{\partial\zeta}{\partial y}\right) d\sigma + \iint \varphi'(\zeta)\,\Delta\zeta\, d\sigma;$$

les intégrales ayant évidemment un sens si, comme nous le supposerons, φ et φ' tendent vers zéro assez vite avec ζ. La première intégrale est nulle, comme on le voit en l'étendant d'abord à un cercle de rayon très grand, ce qui donne le terme très petit

$$\int_C (u\alpha + v\beta)\,\varphi(\zeta)\, ds;$$

transformant la seconde, il vient

$$\frac{\rho}{\mu}\frac{dJ}{dt} = -\iint \varphi''(\zeta)\left[\left(\frac{\partial\zeta}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial\zeta}{\partial y}\right)^2\right] d\sigma;$$

de sorte que, et c'est là l'essentiel, *toutes les fois que $\varphi''(\zeta)$ est positive on peut affirmer que $\frac{dJ}{dt}$ est négatif ou nul.*

3. Soit alors $M(t)$ le maximum de $|\zeta|$ dans le plan. Il est facile d'établir que $M(t)$ ne peut croître.

Si, en effet, à l'instant suivant t', on avait $M(t') > M(t)$, N étant un nombre compris entre $M(t)$ et $M(t')$, $|\zeta(t')|$ dépasserait N dans un certain domaine d'aire D. La fonction φ étant choisie paire et croissante avec $|\zeta|$ on aurait

$$J(t') > \varphi(N)\, D,$$

d'où

$$\delta = J(t) - J(t') < J(t) - \varphi(N)\, D.$$

Or $J(t)$ ne dépend que des valeurs de φ dans l'intervalle o, $M(t)$ et l'on pourra toujours prolonger la fonction φ, dans l'intervalle $M(t)$, N de façon que, φ'' restant positif, on ait

$$\varphi(N) > \frac{J(t)}{D} \qquad \text{i. e.} \qquad \delta < 0,$$

ce qui contredit le n° 2.

4. On peut en tirer un léger complément d'un résultat de M. Oseen dans son étude des singularités. Il montre (¹) (théorème fondamental) que : lorsque, dans un intervalle $t_0 \leq t < t_1$, le tourbillon vérifie une inégalité telle que (1), E(R) ayant la valeur $\frac{W}{(1+\beta R)^{1+\alpha}}$, le mouvement est encore régulier à l'instant t_1. Si donc le mouvement cesse d'être régulier à l'instant t_1, ce peut être que, dans une région finie du plan, $|\zeta|$ n'est point borné pour $t \to t_1$, ou bien que, à l'infini, l'inégalité cesse d'être remplie. D'après ce qui précède, la première éventualité serait à écarter.

5. L'intégrale J étant étendue à une portion finie du fluide, on aura

$$\frac{\rho}{\mu}\frac{dJ}{dt} = \iint \varphi'(\zeta)\,\Delta\zeta\,d\sigma = \int_C \varphi'(\zeta)\frac{d\zeta}{dn}\,ds - \iint \varphi''(\zeta)\left[\left(\frac{\partial\zeta}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial\zeta}{\partial y}\right)^2\right]d\sigma,$$

négative si l'intégrale de contour disparaît et si $\varphi'' > 0$.

Si, par exemple, ζ présente un maximum au point P_0 (ou un minimum), ce point étant entouré de courbes $\zeta = \text{const.}$, on prendra pour courbe C la courbe $\zeta = \lambda = \text{const.}$ et φ telle que $\varphi'(\lambda) = 0$. Choisissant φ de façon que les termes principaux de l'intégrale viennent du maximum, on verra, en reprenant le raisonnement du n° 3, que ce maximum ne peut croître.

CHRONOMÉTRIE. — *Contribution à l'étude expérimentale de la déformation du spiral plat.* Note (²) de M. **G.-P. Arcay**, présentée par M. A. Cotton.

1. J'ai examiné (³) le cas du spiral muni de courbes terminales théoriques.

On pouvait supposer que la coïncidence, dans ce cas, des déformations statiques et cinématiques était uniquement due à l'effet des courbes; il était donc utile d'étendre cette étude au cas du spiral sans courbe et du spiral avec courbe et goupilles de raquette, entre lesquelles la lame glisse par suite du défaut d'encadrement, au cours de l'oscillation du balancier.

2. J'ai utilisé la méthode précédemment décrite et employé, à part, quelques modifications de détail, les mêmes appareils.

Pour les deux types de spiraux, j'ai comparé les déformations statique et

(¹) *Hydrodynamik*, p. 81-82.
(²) Séance du 18 novembre 1929.
(³) *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 479.

cinématique à la plus grande extension, à la plus grande contraction et au moment de la vitesse maximum du balancier, en superposant au négatif

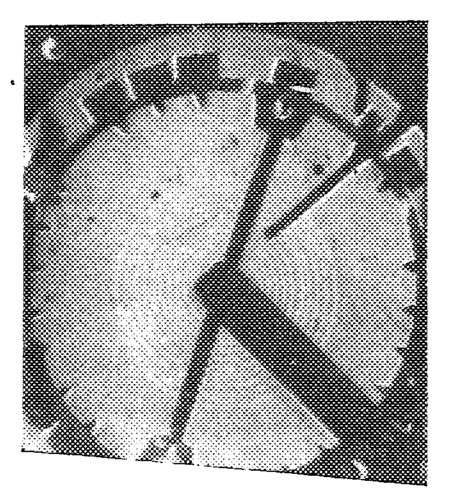


Fig. 1.

obtenu au cours de l'oscillation du balancier, le positif correspondant à la même position statique, sans pouvoir relever la moindre différence, quel

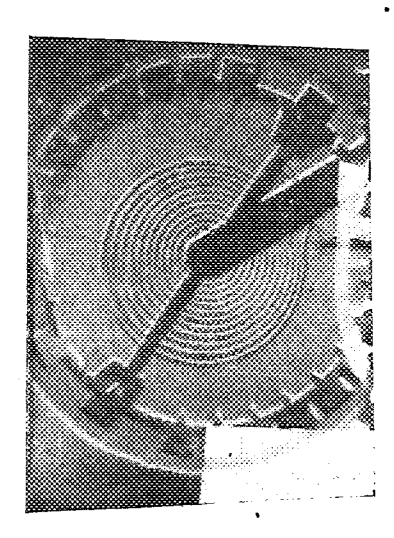


Fig. 2.

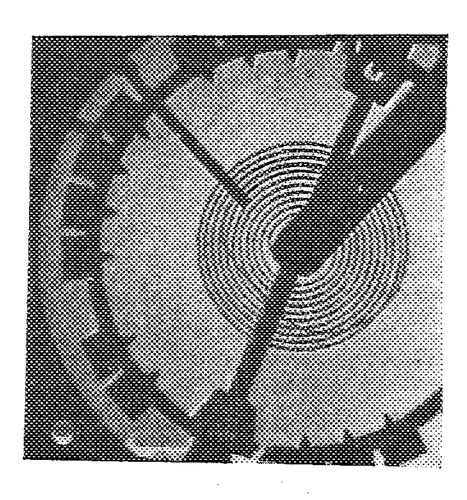


Fig. 3.

que soit le procédé d'observation mis en œuvre (microscope ou photographie).

La figure 1 montre l'effet de la superposition, au maximum d'extension pour un spiral avec courbes et goupilles de raquette; la coïncidence des deux images du spiral, l'une en noir sur fond clair, l'autre en clair sur fond noir, a donné une teinte uniforme grise, très difficile à clicher (une partie du balancier correspondant à la déformation statique a été supprimée à l'aide d'un cache).

La difficulté de reproduire l'effet de la superposition des deux spiraux a conduit dans la figure 2 qui correspond à un spiral sans courbe au maximum d'extension à décaler les images de façon à montrer le parallélisme des deux spiraux.

On a opéré de même pour la figure 3, relative à un spiral avec courbe et goupilles de raquette, présenté dans la position de vitesse maximum.

3. On peut donc conclure de cette étude que la déformation statique et la déformation cinématique du spiral plat, correspondant à la même position du balancier, sont, dans tous les cas, identiques (à $\frac{1}{100}$ de millimètre près) et que, par conséquent, il est légitime d'utiliser comme méthode de contrôle expérimental la méthode des déformations statiques.

CHEMINS DE FER. — *La formule auto-ferroviaire des transports rapides à grand rendement.* Note de MM. **Louis Hirschauer** et **Augustin Talon**, présentée par M. L. Lecornu.

Nous avons exposé [1] les caractéristiques générales d'une formule de transports extra-légers et ultra-rapides dont la mise en pratique (malgré l'opinion administrative qui a prévalu jusqu'ici) ne saurait, en aucun cas, entraver le développement rationnel des transports aériens proprement dits.

Quoi qu'il en soit, l'extension de cette formule à la circulation rapide, sur voie guidée, d'un matériel léger, à gabarit élargi, du type automobile, nous a permis de préciser les données propres à cette circulation, qui impliquent, notamment, comme condition essentielle de sécurité, la séparation respective des organes de roulement et des organes de guidage, ces derniers conservant leur efficacité quelles que soient les réactions et oscillations du véhicule guidé sur sa voie de roulement.

Le rendement économique d'un tel système peut atteindre aisément sa

(1) *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 30.

valeur optimum, eu égard à ce que ce matériel auto-ferroviaire, à bandages élastiques, comporte d'une part des voies de roulement simplifiées, parce que directement établies sur leur infrastructure, et d'autre part un dispositif d'autoguidage effaçable qui lui permet d'assurer, tant sur voie routière ordinaire que sur sa voie spécialisée, la totalité du parcours du transport.

Pratiquement, ces voies de roulement peuvent être constituées par des sortes de rails-ponts, à larges ailes, à l'écartement de $1^{m},40$ d'axe à axe, en forme de poutres en arc surbaissé, à extrados rectiligne, en béton armé ou métalliques, formant avec leurs entretoises un châssis amovible qui vient s'encastrer, à ses extrémités, dans une fondation de béton, soit directement, soit par l'intermédiaire de piliers d'appui.

En courbe, les châssis restent droits, suivant une polygonale axée sur un rail central, de tracé circulaire, avec raccordements paraboliques. Ce rail central, qui sert aussi de rail de retour du courant, est l'organe fixe de roulement et de retenue des roues de guidage du matériel roulant, rendues indéraillables par leur mode de montage et de fonctionnement. C'est par elles que se fait la commande de la barre d'accouplement des roues directrices du véhicule, ainsi que le guidage élastique de l'essieu arrière qui assure le libre envirage de cet essieu sur la surface de roulement, prévue en conséquence.

L'autoguidage de sécurité conserve donc toute la souplesse de direction de l'automobile, grâce à laquelle un léger effort d'orientation entraîne le virage régulier du véhicule, tandis que l'adhérence des bandages absorbe la poussée centrifuge, sans préjudice, le cas échéant, de l'effet compensateur du dévers.

Par ailleurs cette souplesse de l'autoguidage autoriserait des tracés également très souples, sous la forme, par exemple, de voies hélicoïdales, à axe vertical qui, avec le gabarit de 2^{m}, pourraient être ramenées à un rayon moyen de 10^{m} pour 50^{mm} par mètre de déclivité moyenne. Cette disposition faciliterait, notamment, la pénétration de lignes auto-métropolitaines jusqu'au niveau des terrains favorables et vierges de toute installation. De telles artères souterraines, à revêtement annulaire, de 3^{m} environ de diamètre, faciles à aérer, puisque électrifiées, et dont la partie située au-dessous du plan de roulement pourrait servir à un transport postal automatique, seraient de construction rapide et d'un prix de revient de l'ordre de 2 millions par kilomètre de voie simple, dans des conditions de moyenne difficulté.

Pour les artères en surface et dans les mêmes conditions, cette dépense

kilométrique s'abaisserait à moins de 100000[fr] pour le type à niveau et à environ 150000[fr] pour le type surélevé, non compris les dépenses, essentiellement variables, d'acquisition ou d'occupation de terrains.

Rien ne s'opposerait à l'utilisation de ces voies spécialisées par un matériel électromobile, du type ordinaire, équipé pour l'autoguidage, qui pourrait s'alimenter sur l'artère de parcours direct pour rayonner ensuite autour des terminus. Mais il n'est pas douteux qu'une exploitation intensive de ces lignes auto-ferroviaires, rapides et superrapides, comporterait un matériel spécial d'un type extra-léger, analogue à celui des cabines d'aérobus.

C'est ainsi que des automoteurs de ce type, bien profilés, de 200 kilowatts de puissance et d'une charge totale de 6 tonnes, pourraient réaliser, en toute sécurité, des vitesses de l'ordre de 200 km/h et que deux automoteurs semblables, accouplés à 2 voitures de 8[t], constitueraient des convois de moins de 30[t] pour 200 places assises, capables de vitesses commerciales de 150 km/h sur profil moyennement accidenté.

En résumé, dans les divers problèmes de transports modernes où l'intérêt de la célérité prime celui des gros tonnages et pour lesquels la formule ferroviaire ordinaire s'avère insuffisante ou trop coûteuse, qu'il s'agisse de lignes de pénétration à très longue portée, d'artères métropolitaines directes et rapides ou de lignes superrapides d'urbanisation, la solution auto-ferroviaires paraît tout indiquée, tant par la réduction considérable qu'elle permet d'envisager dans les délais et les charges d'établissement que par la rapidité, le confort économique et la commodité d'un transport assuré de bout en bout sans coupure et, enfin, par le rendement commercial de l'exploitation, susceptible de plus-values contractuelles pour les collectivités intéressées.

POLARIMÉTRIE. — *Sur la dispersion rotatoire de l'acide tartrique et des tartrates alcalins en solution aqueuse*. Note (¹) de MM. **G. Bruhat** et **R. Legris**, présentée par M. A. Cotton.

On peut essayer de représenter les dispersions rotatoires des solutions d'acide tartrique par des formules à deux termes du type

$$[\alpha]=\frac{A}{\lambda^2-\lambda_1^2}-\frac{B}{\lambda^2-\lambda_0^2}.$$

(¹) Séance du 28 octobre 1929.

Un tel essai a déjà été fait par Lowry et Austin [1] pour représenter les mesures de précision qu'ils ont réalisées dans l'étendue du spectre visible ; mais ils ont dû choisir un peu arbitrairement les longueurs d'onde propres λ_0 et λ_1, de sorte que leurs formules sont tout à fait incompatibles avec les mesures de rotation réalisées par Descamps [2] dans le spectre ultraviolet. Nous avons pensé que nous obtiendrions de meilleurs résultats en prenant pour la longueur d'onde propre λ_0 la valeur $0^{\mu},2330$ ($\lambda_0^2 = 0,054289$) déduite des mesures d'absorption dont nous avons rendu compte dans une Note précédente [3].

Nous avons ainsi calculé des formules pour les diverses concentrations, de 1 à 50^g pour 100^{cm^3}, la valeur de λ_1^2 ($\lambda_1^2 = 0,030584$) étant la même pour toutes ces formules. L'accord avec les résultats expérimentaux s'est montré satisfaisant, comme on peut en juger par le tableau suivant, relatif à une solution contenant $48^g,21$ d'acide dans 100^{cm^3} de solution :

λ.	[α]calc.	[α]obs.	Calc. — Obs.	λ.	[α]calc.	[α]obs.	Calc. — Obs.
2652...	−568,7	−518,8	−50	4358...	7,170	7,025	+0,145
2804...	−279,5	−274,5	− 5	4678...	9,043	9,056	−0,013
2967...	−147,5	−147,5	0	4800...	9,383	9,430	−0,057
3022...	−120,8	−122,9	+ 2,1	5086...	9,707	9,784	−0,077
3126...	− 83,7	− 85,5	+ 1,8	5461...	9,553	9,594	−0,041
3342...	− 39,44	− 40,05	+ 0,61	5790...	9,159	9,162	+0,003
3650...	− 11,2	− 10,6	− 0,6	5893...	9,010	9,010	0,000
4047...	2,9	3,6	− 0,7	6438...	8,149	8,073	0,076

Dans le spectre visible, les écarts avec les résultats expérimentaux de Lowry et Austin, de l'ordre de 0,4 pour 100, sont à peine supérieurs à ceux qui correspondent à la formule donnée par ces auteurs ; dans le spectre ultraviolet, les écarts avec les résultats de Descamps ne dépassent guère 2 pour 100, sauf pour la raie 2652, qui est sans doute trop près de la bande d'absorption pour qu'on puisse y réduire son influence à celle de la première composante λ_0.

Nous avons calculé des formules analogues pour diverses solutions de tartrates neutres alcalins étudiées par Descamps, et nous avons obtenu des résultats satisfaisants en conservant la même longueur d'onde propre λ_0, ce qui est bien d'accord avec la conclusion indiquée dans notre précédente

---

(1) T. M. Lowry et P. C. Austin, *Philosophical Transactions*, 222 A, 1922, p. 24.

(2) R. Descamps, *Thèse*, Bruxelles, 1928.

(3) G. Bruhat et R. Legris, *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 745.

Note, que la bande de l'acide tartrique se retrouve dans l'ion tartrique. Mais nous avons dû prendre pour la seconde longueur d'onde propre λ_1 une valeur différente de celle qui convient à l'acide tartrique; cette valeur, la même pour tous les tartrates, correspond à $\lambda_1^2 = 0,02790$. Remarquons en passant que nous n'avons pas retrouvé les longueurs d'onde propres très petites introduites pour rendre compte de l'absorption des tartrates neutres pour les longueurs d'onde supérieures à 2536 A, ce qui confirme l'attribution de ces longueurs d'onde propres aux cations inactifs.

Quant aux coefficients A et B, leurs valeurs sont données par le tableau suivant :

	C.	A.	B.
Solutions d'acide tartrique	1,1009	24,161	17,774
	5,10	23,894	17,936
	9,9030	23,694	17,914
	19,7966	23,440	18,060
	48.21	22,550	18.222
	C.	A.	B.
Tartrate de potassium	0,9979	21,985	7,785
	15,8477	23,356	8,192
	C.	A.	B.
Tartrate de sodium	1,0986	24,707	8,788
	15,5119	25,150	9,329

On voit que le coefficient B est environ deux fois plus petit pour les tartrates neutres que pour l'acide tartrique; cette diminution est évidemment à rapprocher du fait que la bande d'absorption λ_0 y est beaucoup moins intense; elle suffit à expliquer la diminution des longueurs d'onde du maximum de rotation et du point d'inversion observées par Descamps et l'apparence normale de la dispersion dans le spectre visible.

Mais le fait essentiel que met en évidence le tableau précédent est *la petitesse des variations avec la concentration des coefficients* A *et* B. Pour les solutions d'acide tartrique, lorsque la concentration passe de 1 à 50 pour 100, le coefficient B par exemple n'augmente que de 2,5 pour 100; pour des variations du même ordre de la concentration, le pouvoir rotatoire du saccharose varie de 0,7 pour 100, celui du glucose de 3 pour 100, celui du lévulose de 5 pour 100. On est ainsi conduit à penser que les pouvoirs rotatoires des deux groupes d'électrons qui coexistent sans doute dans la molécule d'acide tartrique ne subissent, lorsque la concentration varie, que de faibles variations, tout à fait comparables à celles qu'on observe pour les sucres, et qu'on interprète alors par de petites déformations de la molécule. Les solu-

tions d'acide tartrique ne nous paraissent peut-être anormales que parce que le hasard fait que nous n'observons dans le spectre visible qu'une rotation résultante beaucoup plus petite (10 à 50 fois) que les rotations composantes, de sorte qu'une faible variation de ces rotations composantes entraîne une variation considérable de la rotation résultante.

Il est certain que les mesures que nous avons réalisées sont encore insuffisantes pour permettre une conclusion définitive. Mais il nous semble néanmoins qu'on a fort exagéré depuis Biot le caractère anormal de l'acide tartrique, et que nous avons tout au contraire apporté une nouvelle vérification des relations normales établies par Drude entre l'absorption et la dispersion rotatoire.

STRUCTURES MOLÉCULAIRES. — *Effets de filtration de la radiation générale sur les diagrammes de rayons X des liquides. Détermination de coefficients d'absorption.* Note (1) de MM. **Jean Thibaud** et **Jean-J. Trillat**, présentée par M. M. de Broglie.

Nous avons montré dans une Note précédente (2), que lorsqu'on enregistrait les diagrammes de diffraction des rayons X dans un liquide, sous une épaisseur de plusieurs millimètres, sans séparer la radiation caractéristique de l'anticathode de la radiation générale, on observait, en plus de l'anneau fondamental caractérisant la structure moléculaire du liquide, un anneau secondaire variable avec la tension, qui s'expliquait par un effet de filtration du fond continu. La vérification de cette théorie nous a conduit à mesurer les coefficients d'absorption de quelques liquides pour deux radiations monochromatiques : raies $K\alpha$ du cuivre et du molybdène.

1° Les liquides en expérience étaient renfermés dans une double cuve en ébonite limitée par 3 fenêtres en cellophane très mince. L'absorption par le liquide pouvait être ainsi mesurée sous des épaisseurs de 4 et de 8^{mm}. Dans le cas de l'acide stéarique, un petit four électrique maintenait cette substance à l'état de fusion. Le rayonnement était rendu préalablement monochromatique par réflexion sous un angle approprié, sur un cristal de sel gemme. Le courant d'ionisation était mesuré à l'électromètre Szilard. Dans ces conditions, les moyennes des mesures ont donné les résultats suivants : (μ_1 = coefficient d'absorption de la radiation 0,707 Å ; μ_2, de la radiation

(1) Séance du 18 novembre 1929.

(2) *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 751.

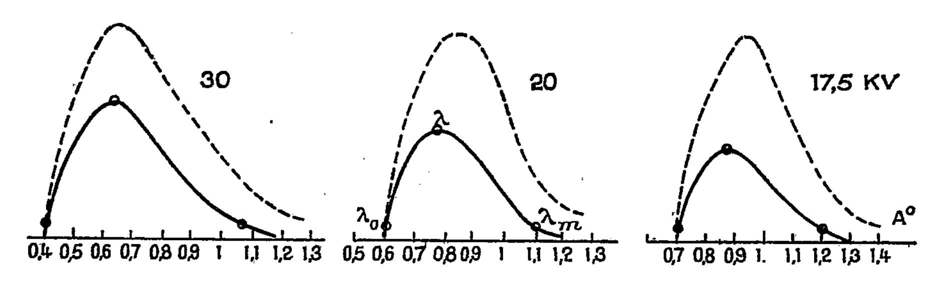
$1,54\,\mathring{A}$). Acide acétique : $\mu_1 = 0,73$; $\mu_2 = 7,9$. Acide heptylique : $\mu_1 = 0,65$. Acide nonylique : $\mu_1 = 0,5$; $\mu_2 = 4,95$. Acide stéarique fondu : $\mu_1 = 0,5$; $\mu_2 = 3,72$.

2° On peut également *calculer* le coefficient massique d'absorption de ces liquides en appliquant la règle d'additivité des coefficients d'absorption atomique. On parvient à une expression de la forme $\frac{\mu}{\rho} = a + b\lambda^3$ (λ en $\mathring{A}$) avec les valeurs numériques suivantes :

Acide acétique	$a = 0,18$	$b = 1,90$	$\mu_1 = 0,87$	$\mu_2 = 7,5$
Acide heptylique	$a = 0,195$	$b = 1,363$	$\mu_1 = 0,6$	
Acide nonylique	$a = 0,197$	$b = 1,285$	$\mu_1 = 0,59$	$\mu_2 = 4,5$
Acide stéarique fondu	$a = 0,20$	$b = 1,115$	$\mu_1 = 0,49$	$\mu_2 = 3,59$

Ces valeurs s'accordent avec les déterminations expérimentales précédentes des coefficients d'absorption μ.

3. Nous avons enregistré, d'autre part, les courbes d'émission spectrale, sous différentes tensions, du tube Siemens « Phœnix », à anticathode de cuivre et fenêtre Lindeman, qui servait à nos recherches. Connaissant, par nos précédentes déterminations, le coefficient d'absorption d'un liquide pour différentes longueurs d'onde, nous pouvons tracer la courbe de l'énergie spectrale de la radiation générale transmise au travers d'une certaine épaisseur de ce liquide, pour chaque valeur de la tension d'excitation. La figure montre le résultat de la filtration pour les tensions de 17,5, 20 et 30 kilovolts, les ordonnées de la crête λ du fond continu étant ramenées à la même valeur (en pointillé : radiation générale issue du tube; en trait plein : radiation générale après filtration dans 8^{mm} d'acide nonylique).



Le tableau donne les longueurs d'onde λ_0, λ, λ_m (λ_m = radiation dont l'intensité est réduite à 0,1 de l'intensité de la crête λ), ainsi déterminées sur les courbes de fond continu filtré. Nous avons calculé également les diamètres des anneaux de diffraction correspondants (film situé à 7^{cm} du centre de la cuve; interstice fondamental de l'acide nonylique : $d = 4,5\,\mathring{A}$), d_0 = diamètre interne de l'anneau, d = diamètre au maximum d'opacité, d_m = limite externe du noircissement :

Tensions kilovolts.	λ_0.	λ.	λ_m.	d_0.	d.	d_m.
15	0,82	0,99	1,3	25,5	31	40
17,5	0,70	0,89	1,2	21,7	27,6	37
20	0,62	0,82	1,12	19,3	25,5	35
30	0,41	0,62	1,06	12,7	19,5	33
40	0,32	0,60	1,0	10	18,5	31

Lorsque la tension augmente, le diamètre d_0 diminue, tandis que la limite extérieure d_m reste à peu près fixe. Ce sont là les particularités de l'anneau secondaire décrites dans notre précédente Note : en se reportant à celle-ci, on constatera aussi l'excellent accord des valeurs calculées et mesurées de d.

4. L'existence d'un anneau de diffraction secondaire dû à la radiation générale montre la nécessité, dans toute recherche de structure moléculaire de substances, radiographiées sous des épaisseurs de plusieurs millimètres, de se prémunir contre la formation de l'anneau secondaire (en utilisant un rayonnement rendu monochromatique par réflexion sur un cristal, mais le temps de pose est alors augmenté dans le rapport de 1 à 5) ou, tout au moins, de le distinguer de l'anneau fondamental en disposant près du film un secteur absorbant en aluminium qui montrera la pénétration plus grande des radiations de l'anneau secondaire.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le mécanisme de l'hydrogénation catalytique.* Note (¹) de M. **M. Bourguel** et Mlle **V. Gredy**, présentée par M. G. Urbain.

Nous avons fait sur une variété de palladium colloïdal un certain nombre d'expériences qui montrent que, *avant* de fixer des atomes d'hydrogène sur des liaisons non saturées, le métal colloïdal subit *d'abord* une action de l'hydrogène dont dépendra son activité future. Nous avons pu constater que cette influence de l'hydrogène sur le métal ne dépend que de la concentration en catalyseur (poids de colloïde par centimètre cube), de la concentration en hydrogène (pression), et qu'elle est *quantitativement* indépendante du corps à hydrogéner.

On peut se servir du Pd colloïdal de deux façons différentes : 1° avec les corps insolubles dans l'eau, on agite en atmosphère d'hydrogène le sol aqueux et le liquide organique; le métal quitte alors l'état colloïdal pour former une pellicule très régulière à la surface de séparation; l'un de nous (²) a déjà montré qualitativement que cette pellicule ne se formait

(¹) Séance du 18 novembre 1929.

(²) Bourguel, *Bull. Soc. chim.*, 41, 1927, p. 1443.

que sous l'influence de l'hydrogène; 2° avec les corps solubles, on agite la solution en atmosphère d'hydrogène; quelquefois le métal semble rester colloïdal, le plus souvent il se rassemble en grains très fins, uniformément dispersés dans le liquide : le microscope montre alors que ces grains sont des fragments de pellicule. Il est vraisemblable que la pellicule existe toujours, même quand l'état colloïdal semble persister, mais les fragments sont alors imperceptibles.

Dans tous les cas, quelle que soit la manière d'opérer, la vitesse *initiale* est, pour un corps donné, indépendante du poids de la matière à hydrogéner : si l'on a deux phases liquides, elle varie suivant une loi logarithmique.

$$V = aP\frac{1 - 10^{-bC}}{C},$$

où a et b sont deux constantes, P le poids du métal, C sa concentration.

Quand le corps est soluble, la vitesse varie au début de façon désordonnée et les résultats sont loin d'être deux fois identiques, si l'on se borne à agiter la solution en atmosphère d'hydrogène; mais les phénomènes deviennent réguliers et reproductibles lorsqu'on agite au préalable le sol en présence d'hydrogène, le corps n'étant ajouté qu'après; la vitesse initiale est alors régie par la loi logarithmique précédente.

Les coefficients a et b jouissent de la propriété remarquable suivante : a varie en même temps que le composé non saturé, b est toujours le même pour un échantillon de colloïde donné, non seulement quand on change l'accepteur d'hydrogène, mais encore que l'on opère avec deux phases liquides ou avec une seule.

Cela revient à dire que, à concentration constante, la vitesse de catalyse est proportionnelle à la masse du métal, ce qui était à prévoir; d'autre part, que l'*activité* du catalyseur (vitesse par unité de masse) est une fonction décroissante de sa concentration initiale; cette fonction $\frac{1 - 10^{-bC}}{C}$ étant numériquement la même pour tous les corps à hydrogéner.

Ces résultats ne peuvent s'expliquer que d'une seule manière : par l'action de l'hydrogène sur le métal; il est en effet très peu vraisemblable, étant données les propriétés connues des colloïdes, que la dilution ait une action réversible et instantanée sur les micelles; c'est donc l'action de l'un des corps mis au début en présence du catalyseur qui détermine son activité; ce ne peut être celle de la substance organique puisque ni sa masse ni sa nature n'ont d'influence. L'activité du catalyseur ne peut donc être due

qu'à une action de l'hydrogène, action qui est fonction de la concentration en colloïde au moment même où il reçoit l'hydrogène : si, en effet, on agite le colloïde à une concentration c_1 avec de l'hydrogène, puis qu'on étende à une concentration c_2, que l'on hydrogène alors, la vitesse mesurée est alors celle qui correspond à c_1.

Tout se passe comme s'il se formait une combinaison Pd^nH^2 dont la grosseur moléculaire est fonction de C : le coefficient n augmentant avec C suivant une loi facile à déduire de la formule donnée plus haut; le véritable catalyseur serait alors cette combinaison. Dans les pellicules, formées par les grains juxtaposés de ce complexe, les grains seraient orientés, tous les groupements Pd^n d'un côté, les molécules H^2 de l'autre. La dissymétrie des deux faces est marquée par le fait que, lorsqu'il y a deux phases, la pellicule se met à la surface de séparation eau-liquide organique et lorsqu'il n'y a qu'une phase, les fragments de pellicule dont il a été question plus haut ont tous une forme de calotte sphérique due à la différence des tensions superficielles sur les deux faces.

On comprend alors pourquoi dans le cas des corps solubles dans l'eau, il faut traiter au préalable le colloïde par l'hydrogène; si l'on ne le fait pas, la présence de l'accepteur d'hydrogène trouble la formation de la combinaison. Cette étape est inutile quand il y a deux phases liquides, car alors la pellicule ne peut se former qu'après la combinaison.

Pour que les mesures soient comparables, nous avons toujours opéré à $25^\circ \pm 0,2$ et nous avons préparé un litre de solution colloïdale dont nous utilisions chaque fois quelques centimètres cubes. A plusieurs mois d'intervalle, elle est restée identique à elle-même. Enfin nous nous sommes assurés que la vitesse mesurée n'était pas faussée par une diffusion ou une dissolution trop lente du gaz.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les propriétés hydrophiles du collagène*. Note [1] de MM. **L. Meunier** et **R. Le Viet**, transmise par M. V. Grignard.

L'un de nous, en collaboration avec R. Guyot, avait montré [2] que les propriétés hydrophiles de la cellulose, et en particulier sa capacité de gonflement, étaient conditionnées par le nombre d'oxhydriles libres suscep-

(1) Séance du 18 novembre 1929.

(2) Meunier et Guyot, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 506.

tibles d'être atteints par les molécules d'eau sur lesquelles s'exerce le caractère fortement polaire des OH alcooliques.

Nous avons trouvé qu'il existait une règle analogue dans le cas des matières protéiques et, en particulier, dans le cas du collagène-peau.

En partant du collagène pur, à son point isoélectrique, on constate que sa capacité de gonflement diminue chaque fois que les groupements lyophiles de sa molécule et, en particulier, les groupements aminés, sont transformés *d'une manière irréversible* en d'autres groupements à polarité moins accusée vis-à-vis des molécules d'eau.

La vérification de ce principe est particulièrement nette lorsqu'on transforme progressivement et irréversiblement, par la benzoquinone (1), les groupements aminés libres en groupements

$$R - N\begin{matrix}\diagup O \diagdown \\ \diagdown O \diagup\end{matrix}C^6H^4 \quad \text{ou} \quad \begin{matrix}R - NH - O\diagdown \\ R - NH - O\diagup\end{matrix}C^6H^4.$$

La capacité de gonflement du collagène dans une liqueur acétique standard de pH = 2,6 varie comme l'indique le tableau ci-dessous :

Quantité de quinone pour 100g *de collagène centrifugé avant traitement.*

0,00	0,0005	0,0025	0,005	0,01	0,05	0,1	0,5	1,0

Gonflement G (2) *correspondant.*

443,9	435,8	423,6	419	393,6	327,4	320,7	297,7	261,1

Il convient de remarquer l'activité exceptionnelle de la quinone à des doses extrêmement faibles.

Si l'on substitue l'hydroquinone à la quinone : *a.* en l'absence de tout phénomène d'oxydation, il se forme des *combinaisons d'addition réversibles*, de telle sorte, qu'après lavage à l'eau, elles sont détruites et la capacité de gonflement du collagène ne subit pas de modification sensible; *b.* si l'hydroquinone intervient dans des conditions favorables à l'oxydation, il y a for-

(1) MEUNIER et SEYEWETZ, *Comptes rendus*, 146, 1908, p. 987.

(2) Nous définissons le gonflement par la relation $G = \frac{(P-p)100}{p}$ dans laquelle P représente le poids du collagène gonflé dans la solution d'acide acétique et débarrassé de l'eau de capillarité par une centrifugation convenable; p est le poids du collagène séché à l'absolu.

mation de *combinaisons irréversibles* semblables à celles que donne la quinone et diminution correspondante de la capacité de gonflement du collagène.

Cas de l'acide gallique. — Il se comporte comme l'hydroquinone; il ne se forme des combinaisons irréversibles, avec abaissement de la capacité de gonflement, que dans le cas où l'on se place dans des conditions favorables à l'oxydation.

Cas de l'acide gallotannique. — L'acide gallotannique, même en l'absence de phénomènes d'oxydation, détermine une chute de la capacité de gonflement car la molécule de cet acide est liée à la molécule protéique par ses 25 fonctions phénoliques et, bien qu'il s'agisse de liaisons d'addition individuelles, l'ensemble des 25 soudures communique à la combinaison un certain caractère d'irréversibilité. Les gonflements, après lavage à l'eau, puis équilibre dans la solution d'acide acétique, sont notés dans le tableau ci-dessous :

	Quantité de tanin pour 100 de peau centrifugée avant traitement.			
	0.	0,2.	0,5.	1,0.
Gonflement G...........	725,9 (¹)	663,2	594,4	557,8

L'irréversibilité du produit collagène-tanin n'est intégrale que si l'on opère avec des solutions étendues, ne contenant que de faibles proportions de tanin vis-à-vis du collagène, il y a alors combinaison pratiquement intégrale du tanin. En solution plus concentrée et lorsque les fonctions actives de la molécule protéique sont saturées, la fixation du tanin se fait par adsorption réversible suivant la loi de Freundlich.

Cas du formol. — Le formol bloque *irréversiblement* les fonctions aminées et la capacité de gonflement varie comme l'indique le tableau ci-dessous :

	Quantité de formol pour 100 de peau centrifugée avant traitement.					
	0.	0,01.	0,05.	0,10.	0,50.	1,0.
Gonflement G...	499,3 (¹)	449,4	419,3	363,3	315,8	274,8

Conséquence. — Toute substance capable d'abaisser irréversiblement la capacité de gonflement du collagène est une substance tannante; son astringence est mesurée par l'intensité de cet abaissement.

(¹) Dans une même série d'essais, la nature du collagène était rigoureusement homogène; mais, d'une série à l'autre, on a pris du collagène fourni par des peaux de nature très différente, donnant, dans l'expérience à blanc, des résultats différents.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques combinaisons de l'oxyde de germanium et de l'acide oxalique*. Note[1] de MM. **Jacques Bardet** et **Arakel Tchakirian**, présentée par M. G. Urbain.

On prépare l'acide germano-oxalique en traitant à l'ébullition par l'acide oxalique un excès d'oxyde de germanium, tel que la solution filtrée et concentrée dépose de l'oxyde GeO^2 par refroidissement.

L'oxyde GeO^2 étant soluble dans l'eau (6 à 8 pour 1000), la solution filtrée doit être aussi concentrée que possible.

L'acide germano-oxalique n'ayant pu être isolé, on s'est borné à déterminer sur plusieurs échantillons le rapport du poids du germanium à celui de l'acide oxalique. Ce rapport est resté constamment voisin de un tiers, d'où la formule $[Ge(C^2O^4)^3]H^2$.

Par concentration de la solution d'acide germano-oxalique, on obtient un liquide sirupeux incristallisable. L'addition d'alcool ou d'éther à la solution ne produit pas de précipité. Après quelques heures, il se produit une décomposition avec apparition d'un dépôt d'oxyde GeO^2, l'acide oxalique reste en solution.

En solution acétique, tout l'acide oxalique précipite par l'acétate de calcium.

L'oxyde de germanium et l'acide oxalique sont partiellement dissimulés dans ce composé. En effet, si l'on ajoute à la liqueur une solution titrée de soude, on n'arrive à neutraliser approximativement que les trois quarts de l'acide oxalique. L'addition de mannite permet la neutralisation ultérieure et seulement partielle de l'acide germanique.

De même, si l'on ajoute à la solution du composé oxalo-germanique un mélange $IK + IO^3K$, la quantité d'iode mise en liberté est toujours en déficit par rapport à l'acide oxalique. Même après 24 heures la réaction n'est pas complète, tandis qu'avec l'acide oxalique seul, elle est immédiate.

L'oxyde de germanium est beaucoup plus soluble dans le bioxalate d'ammonium que dans l'acide oxalique.

Après quelques séries de cristallisations de la solution de bioxalate, on obtient dans les fractions de queue un liquide sirupeux incristallisable et beaucoup plus acide que celui des fractions de tête.

---

(1) Séance du 18 novembre 1929.

Le rapport du poids de germanium à celui de l'acide oxalique dans ce produit est voisin de $\frac{1}{1,5}$, ce qui conduit à la formule

$$Ge(C^2O^4)^2, GeO(C^2O^4), xH^2O.$$

Le sel ainsi formé présente une grande stabilité vis-à-vis des réactifs, il n'est pas décomposé par l'acide sulfhydrique, et l'acide sulfurique ne le décompose qu'à haute température en laissant déposer de l'oxyde GeO^2.

La stabilité de ce corps vis-à-vis de l'acide sulfhydrique permet une séparation facile des éléments précipitables par ce réactif.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Stabilité dans les spectres d'absorption. Absorption dans l'ultraviolet des diacides de la série grasse.* Note [1] de Mme **Ramart-Lucas** et M. **F. Salmon-Legagneur**, présentée par M. G. Urbain.

L'un de nous [2], en collaboration avec M. Hoch, a émis l'hypothèse que la position des courbes d'absorption dépend non seulement de la structure des molécules, mais aussi des possibilités de réactions intramoléculaires.

Cela revient à supposer implicitement que les deux groupements sur lesquels la réaction est imaginable s'attirent, en prenant le rapprochement minimum compatible avec la rigidité des valences et se déforment (d'où modification de l'absorption), d'autant plus qu'ils sont plus rapprochés.

Si cette conception est exacte, pour toute molécule contenant deux ou plusieurs fonctions susceptibles d'influence réciproque, l'absorption dépendra, non pas surtout du nombre d'atomes de carbone qui les sépare sur la chaîne carbonée, comme on paraît l'avoir généralement admis, mais surtout de leur distance dans l'espace, laquelle peut fort bien devenir plus petite quand le nombre d'atomes qui les sépare sur la chaîne devient plus grand.

Le déplacement des courbes d'absorption ne se fera pas forcément toujours dans le même sens, comme on le supposait, à mesure qu'un plus grand nombre d'atomes de carbone sépare les deux fonctions.

Nous avons commencé ce travail par l'étude de l'absorption des diacides de la série grasse à chaîne normale, depuis l'acide en C^2 jusqu'à l'acide en C^{18}.

---

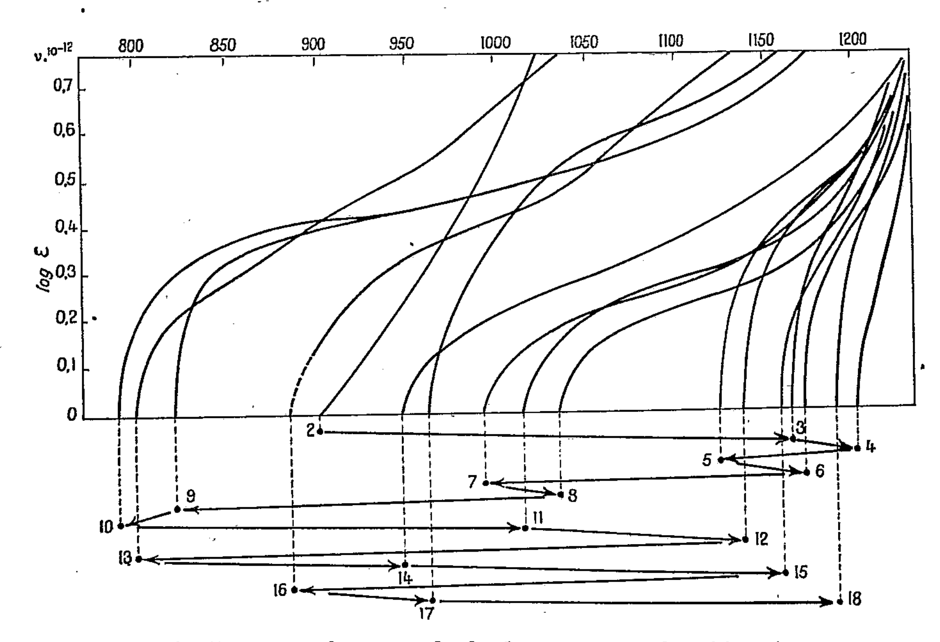
(1) Séance du 18 novembre 1929.

(2) Mme Ramart-Lucas et J. Hoch, *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 696.

Les acides homologues de l'acide sébacique (C^{10}) ont été récemment découverts en de beaux travaux de M. Chuit (¹) qui a bien voulu nous en confier des échantillons.

Nous donnons ici les courbes d'absorption de ces diacides. En abscisse, nous avons porté la fréquence multipliée par 10^{-12}, en ordonnées les logarithmes du coefficient d'absorption ε défini par la formule $I = I_0 e^{-\varepsilon c d}$.

Nous avons mesuré l'absorption de ces acides sur des solutions dans de l'alcool à 95°, à la concentration de 1/10 de molécule par litre, sauf pour les acides 1-16, 1-17 et 1-18, lesquels étant moins solubles, ont été examinés en solution à N/20.



Nous avons indiqué au-dessous de la figure à quel acide chaque courbe correspond en la désignant par le nombre d'atomes de carbone de l'acide. Ce même nombre indique aussi la position des carboxyles sur la chaîne puisque nous n'avons examiné ici que les acides à chaîne normale. Les flèches indiquent le déplacement des courbes, quand on passe d'un acide à l'acide homologue supérieur.

L'examen de ces courbes permet de constater :

(¹) Ph. Chuit, *Helv. Chim. Acta*, 9, 1926, p. 264; — Chuit et J. Hausser, *Helv. Chim. Acta*, 12, 1929, p. 850.

1° Que les courbes d'absorption se déplacent vers l'ultraviolet quand on passe de l'acide oxalique (C^2) à l'acide succinique C^4; puis, pour les acides supérieurs jusqu'en C^{10}, les courbes sont déplacées vers le visible, puis de C^{10} à C^{12} vers l'ultraviolet pour revenir ensuite vers le visible avec l'acide en C^{13}, puis, jusqu'en C^{15}, le déplacement se fait vers l'ultraviolet pour revenir vers le visible avec le terme en C^{16}; enfin de C^{16} à C^{18} le déplacement a lieu vers l'ultraviolet;

2° Que ce déplacement ne varie pas de façon régulière avec l'augmentation du nombre d'atomes de carbone, il semble, surtout pour les premiers termes, qu'il y ait une alternance très nette entre les acides à nombre pair et les acides à nombre impair d'atomes de carbone.

Si ces expériences suffisent à montrer *que, dans cette série et suivant l'hypothèse émise, les courbes d'absorption ne se déplacent pas régulièrement dans un même sens à mesure que les fonctions s'éloignent sur la chaîne carbonée*, il est cependant nécessaire, pour tirer des conclusions sur la structure des molécules dans l'espace, d'effectuer de semblables déterminations dans d'autres séries (acides-alcools, glycols, aminoacides). Toutefois on ne peut s'empêcher de constater que la courbe de l'acide en C^{18} se place près de celle de l'acide adipique, l'un des diacides qui peut donner le plus facilement une cétone par cyclisation; or M. Ruzicka ([1]) a montré la possibilité d'obtenir à partir des diacides des cétones à grands noyaux dont l'une (qui précisément contient 17 atomes de carbone et peut se former à partir du diacide en C^{18}) se rencontre dans la nature.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Température d'inflammation spontanée des mélanges gazeux d'air et d'hydrocarbures saturés. Influence de la pression et du chauffage préalable.* Note ([2]) de MM. **P. Mondain-Monval** et **B. Quanquin**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

Au cours de précédentes recherches ([3]), nous avons mis en évidence l'oxydation directe des vapeurs d'hydrocarbures saturés au moyen d'air sous pression, à une température voisine de 230°.

Nous avons cherché à retrouver le même phénomène en opérant à la

([1]) Voir la belle conférence faite par M. Ruzicka, le 2 juin 1928, devant la Société chimique de France (*Bull. Soc. chim.*, 4e série, 43, 1928, p. 1145).

([2]) Séance du 18 novembre 1929.

([3]) Dumanois et Mondain-Monval, *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 740.

pression atmosphérique. Cette recherche exposée ci-dessous fait apparaître quelques différences permettant d'étudier l'influence de la pression et de la durée de pré-chauffage du mélange gazeux sur la température d'inflammation spontanée.

Dans un tube de verre de 80^{cm} de long et 2^{cm} de diamètre intérieur, chauffé par une grille à combustion, nous faisons passer un mélange d'air et de vapeur de pentane; ces gaz étant au préalable chauffés isolément à l'intérieur du tube et leurs débits étant réglables au moyen de robinets.

L'extrémité du tube est raccordée par une allonge à un ballon entouré de glace, puis à divers barbotteurs. On élève lentement la température du tube. Tout d'abord, il se condense simplement dans le ballon du pentane.

Vers 200°, on observe une faible coloration violette du réactif de Schiff, placé dans l'un des barbotteurs que traversent les vapeurs; coloration qui devient très nette vers 270°, en même temps qu'on peut déceler de l'anhydride carbonique. A 325°, le tube de réaction, l'allonge et le ballon se remplissent d'une sorte de fumée blanche très pesante, donnant une très forte réaction des aldéhydes. Au même instant, le thermomètre indique une poussée de température presque instantanée d'environ 40°. Si l'on vient alors, par le jeu des robinets, à augmenter la proportion d'air contenu dans le mélange, les fumées disparaissent et la température retombe en quelques secondes. En ramenant la température au point précédemment indiqué, la réaction se manifeste à nouveau et se poursuit ensuite d'une façon continue. Le liquide condensé dans le ballon est partagé en deux couches; la plus légère, qui est la plus importante, possède une odeur piquante particulièrement suffocante et contient à côté de beaucoup de pentane non oxydé une notable proportion d'aldéhyde formique et une petite quantité des aldéhydes acétique et butyrique.

La couche inférieure aqueuse est brun jaunâtre, fortement acide au tournesol et riche en acides gras. C'est elle qui, dans un état d'extrême division, constitue les fumées opaques observées.

Ces résultats concordent avec ceux de Wheeler et Blair (1), qui, opérant à des températures sensiblement plus élevées, voisines de 500°, ont noté la présence d'aldéhydes dans les produits d'oxydation d'hydrocarbures non saturés et de la vapeur d'hexane, fait récemment confirmé par Callendar avec le même hydrocarbure.

Nous avons obtenu des résultats tout à fait semblables avec l'hexane, l'heptane, l'octane et les essences commerciales pour automobiles, les températures d'apparition des fumées et de la poussée de température ne variant que peu d'un hydrocarbure à l'autre. [Pentane, 325°; Hexane, 330°; Heptane, 325-330°; Octane, 269°; Essence (densité, 0,72), 330°].

Nous avons tenté d'abaisser la température d'apparition des fumées par l'emploi d'un catalyseur d'oxydation, tel que le cuivre placé à l'intérieur du

(1) Wheeler et Blair, *J. Soc. Chem. Ind.*, **42**, 1923, p. 491.

tube, mais sans obtenir de différences appréciables. Les variations de concentration en hydrocarbures n'ont pas paru influencer la température d'apparition des fumées.

Nous ajouterons qu'au cours de ces oxydations, en plaçant l'appareil dans une pièce tout à fait obscure, nous avons observé dans le tube une faible luminescence bleuâtre, au moment de l'apparition des fumées, sorte de flamme froide signalée autrefois par Perkin (¹) dans l'oxydation de l'éther.

Rapprochant les résultats obtenus avec un mélange à 50 pour 100, nous trouvons comme température d'oxydation :

N°.	Récipient.	Pression au moment où se produit la poussée.	Durée de chauffage préalable.	Température.
1....	Bombe d'acier	13^{kg}	35 minutes	225°
2....	Bombe d'acier	1,8	35 minutes	240
3....	Bombe en verre	1,8	35 minutes	240
4....	Tube de verre	P. atmosphérique	3 secondes	325

La durée de chauffage de 3 secondes représente le délai qui s'écoule entre le mélange des gaz chauffés isolément à 325° et le moment où ce mélange donne naissance aux fumées et à la flamme froide. Lorsqu'on augmente ce débit, la flamme se déplace dans le sens de marche des gaz et se rapproche de leur point de mélange lorsqu'on le ralentit. Les chiffres ci-dessus font bien ressortir que l'écart observé entre les températures d'oxydation dans la bombe et dans le tube tient, pour une certaine part, à la différence de pression ; puisque à une élévation de pression de 11^{kg} correspond un abaissement de 15° de la température d'oxydation. Mais ils mettent également en évidence l'influence de la durée du chauffage préalable des mélanges combustibles sur la température d'inflammation, celle-ci s'abaissant avec la durée du chauffage. Ces faits expliquent dans une certaine mesure l'écart des températures d'inflammation observées dans la bombe et celles beaucoup plus élevées que l'on détermine habituellement par la méthode de Moore.

(¹) Perkin, *J. Chem. Soc.*, 41, 1882, p. 363.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'autoxydation de l'acide abiétique. Action des catalyseurs.* Note (¹) de MM. **G. Dupont** et **J. Lévy**, présentée par M. G. Urbain.

Dans une Note précédente, nous avons, par l'étude dynamique de la réaction à volume constant, montré que l'autoxydation de l'acide abiétique est un exemple typique d'autocatalyse et que le rapport

$$b = \frac{100}{p(p_0 - p)} \times \frac{dp}{dt}$$

(dans lequel p est la pression de l'oxygène à l'instant t et p_0 sa pression initiale) reste sensiblement constant pendant toute la durée de la réaction.

Nous étudierons ici l'influence de catalyseurs divers sur cette vitesse d'oxydation spontanée, et pour cela, conservant le dispositif précédemment décrit pour l'étude à volume constant, nous comparerons, non pas les vitesses de réaction, qui varient à chaque instant, mais les valeurs des rapports b.

Catalyseurs négatifs (Antioxygènes). — Alors que, pour un essai témoin sans catalyseur, en solution benzénique à 40 pour 100, le rapport caractéristique b est voisin de 0,011 (le temps étant exprimé en minutes et la pression en millimètres de mercure) nous avons trouvé :

Avec 1/1000 d'hydroquinone	$b = 0{,}00019$
Avec 1/2000 d'acide pyrogallique	0,0006
Avec 1/1000 de résorcine	0,0014
Avec 1/100 de phénol	0,0056
Avec 1/1000 de thymol	0,0022

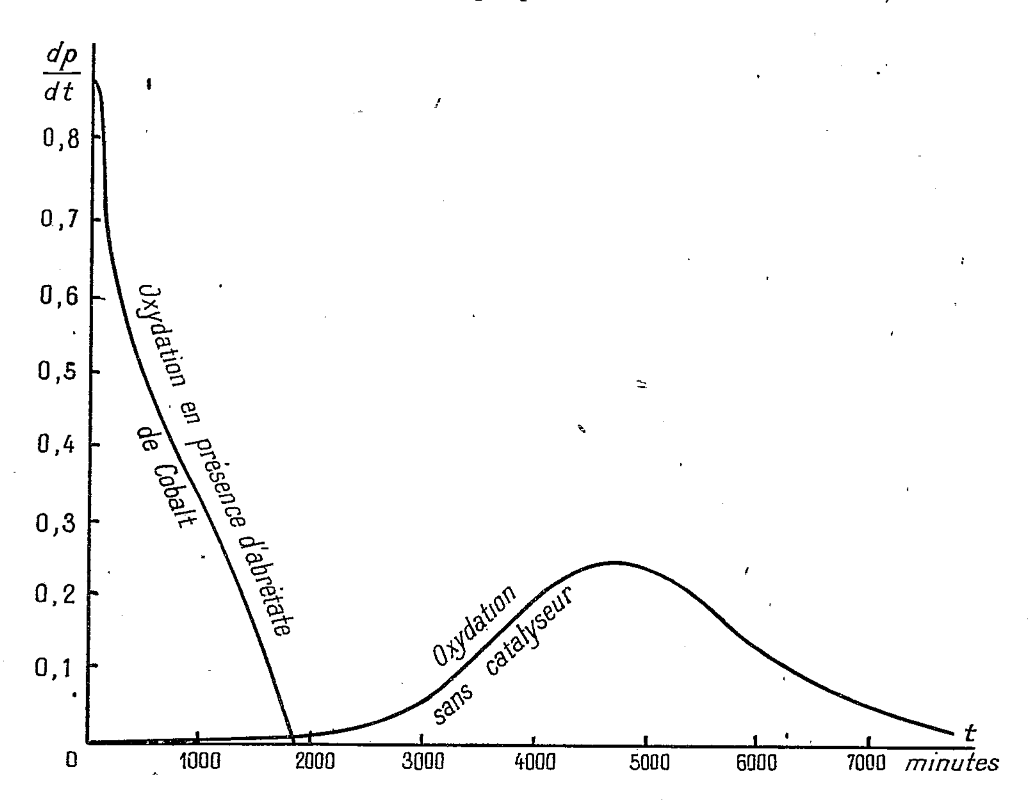
Ces divers phénols ou polyphénols sont donc, comme MM. Moureu et Dufraisse l'ont constaté dans un grand nombre de cas, doués de pouvoir antioxygène à des degrés variés. En revanche, l'acide picrique et l'acide salicylique n'ont pas d'action sensible. Il en est de même de l'iode et du soufre.

Chose remarquable, l'*acide sulfurique* est ici un antioxygène puissant; les acides sulfureux et sulfhydrique sont des antioxygènes plus faibles, tandis que les acides chlorhydrique, acétique et benzoïque, sont sans action.

(¹) Séance du 12 novembre 1929.

Le caoutchouc agit comme antioxygène puissant, peut-être à cause des produits sulfurés qu'il contient.

Les divers abiétates métalliques ont une action nette, tantôt positive, tantôt négative sur la vitesse d'oxydation, et ceci à un assez vif intérêt pratique. La plupart de ces abiétates ont, au début du moins, une action nettement antioxygène. Tel est d'abord le cas de l'abiétate de cadmium ($\frac{5}{1000}$) qui, au début, est aussi antioxygène que l'hydroquinone ($b = 0,00017$) mais perd progressivement cette propriété. Les abiétates de zinc, de cuivre



de magnésium, de plomb, de sodium présentent ce même phénomène bien que d'une façon moins nette.

Catalyseurs positifs d'oxydation. — Mais beaucoup d'abiétates métalliques ont, parfois, après une première phase à action antioxygène, des propriétés nettement prooxygènes : il se produit un véritable « déclenchement » de l'oxydation après une période « d'incubation » assez prolongée. Tels sont les cas des abiétates de nickel, de manganèse, de fer, de mercure.

Mais le plus puissant des catalyseurs positifs trouvés ici est *l'abiétate de*

cobalt. Dans les courbes de la figure, sont représentées les vitesses d'oxydation, à volume constant $\left(\frac{dp}{dt}\right)$ d'une part, sans catalyseur, d'autre part avec $\frac{1}{1000}$ d'oxyde de cobalt combiné. On voit que, dans ce dernier cas, l'oxydation se produit de suite à une allure très vive, puis sa vitesse décroît (sensiblement comme la pression p) et tout l'oxygène est absorbé dans le tube catalysé, avant que la vitesse ait pris une valeur sensible dans le tube non catalysé.

Influence des solvants. — Les essais précédents étant faits en solution xylénique, nous avons varié les solvants et constaté que :

1° L'*alcool absolu* a une action nettement antioxygène et provoque un long retard dans le déclenchement de l'oxydation en présence d'abiétate de cobalt.

2° L'*acide acétique* se comporte sensiblement comme le xylène.

3° Le *tétrachlorure de carbone* réduit fortement l'activité du catalyseur cobaltique.

Nous avons vu, dans ce qui précède, combien la vitesse d'oxydation à l'air de l'acide abiétique est affectée par la présence d'une foule de catalyseurs. Ceci vient illustrer la théorie si remarquable de Moureu et Dufraisse.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des alcalis caustiques à haute température sur les matières albuminoïdes*. Note (¹) de M. **Lucien Dupont**, présentée par M. C. Matignon.

La constitution des matières albuminoïdes est suffisamment connue par l'étude des produits de leur décomposition hydrolytique, telle que l'a effectuée d'abord Schützenberger, pour qu'*a priori* on puisse entrevoir dans quel sens se fera l'action des alcalis caustiques sur les albuminoïdes à une température aussi élevée que possible sans qu'il y ait destruction par carbonisation.

Cette action doit être la résultante d'une hydrolyse complète des constituants éthérifiés ou salifiés de la molécule albuminoïde, suivie, grâce à la haute température, de la substitution des groupes oxhydriques OH aux

(¹) Séance du 18 novembre 1929.

groupes NH^2 avec départ d'ammoniaque, suivant la réaction

$$R.NH^2 + H.OH = NH^3 + R.OH.$$

Cette dernière transformation est suivie immédiatement de l'oxydation du groupe CH^2OH, en groupe CO H d'après la réaction de Dumas :

$$R.CH^2OH + K.OH = R.CO^2K + H^4.$$

Enfin il peut y avoir départ de groupes CO^2, si plusieurs de ces groupes sont unis au même atome de carbone :

$$R\left\langle\begin{matrix}CO^2K\\CO^2K\end{matrix}\right. + KOH = R\left\langle\begin{matrix}H\\CO^2K\end{matrix}\right. + CO^3K^2.$$

J'ai opéré d'abord sur quelques grammes de matière dans des tubes de fer plongés dans un bain de soudure, puis sur 7^{kg} d'albumine et 7^{kg} de gélatine dans une cuve de fonte à la température de 325-350° qui laisse à peu près intacts les composés formés.

Les résultats analytiques obtenus dans des tubes : quantité d'ammoniaque dégagée, quantités d'acide oxalique et acides gras volatils formés sont suffisamment constants pour un même albuminoïde et pourraient même servir de base à des méthodes analytiques détournées pour établir le degré de pureté de certains produits de cette nature.

Dans le traitement en grand j'ai opéré de la façon suivante :

La cuve de fonte, fermée, munie d'un réfrigérant descendant avec un agitateur mécanique, contenait la potasse fondue à 325°. La matière à étudier était projetée par petits fragments, l'appareil étant en mouvement. Le résidu de la fusion fut dissous dans l'eau, acidifié par l'acide phosphorique, et distillé pour entraîner les acides organiques volatils. Ceux-ci furent transformés en sel de soude, évaporés et éthérifiés par le mélange sulfovinique. Une distillation fractionnée assez pénible permet de séparer les éthers les uns des autres et de les identifier.

L'acide oxalique a été séparé et dosé à la façon habituelle.

Les acides bibasiques ont été isolés par épuisement à l'éther de la solution débarrassée des acides volatils.

L'alcool méthylique a été isolé en nature après plusieurs distillations et rectifications.

Voici les produits qui ont pu être isolés :

1° Des acides gras monobasiques simples dont le nombre et les proportions formés varient suivant la matière employée. Il est cependant à

remarquer que l'albumine d'œufs a fourni la série complète des acides depuis l'acide formique en C1 jusqu'à l'acide caprylique en C8 (sauf l'acide en C7);

2° Une proportion considérable d'acide oxalique variable avec le corps albuminoïde mis en œuvre;

3° Quelques acides gras bibasiques, acide succinique, acide adipique, (ils n'ont pas été dosés);

4° De l'acide benzoïque dans l'albumine d'œufs;

5° De l'alcool méthylique (albumine d'œufs);

6° Un dégagement d'ammoniaque correspondant à la presque totalité de l'azote contenu dans l'albuminoïde;

7° Des acides scatols carboniques étudiés par Nencki;

8° Des composés gazeux combustibles méthane et homologues qui n'ont pas été étudiés.

L'acide oxalique doit provenir en majeure partie des groupes aminés donnant naissance au glycocolle; la proportion de 45 pour 100 d'acide oxalique fourni par la gélatine confirme cette manière de voir; il peut provenir aussi de l'oxydation des acides alpha aminés, arginine, alanine, leucine, mais plus probablement ces acides, après oxydation du groupe $CH.NH^2$, perdent 1 CO et donnent naissance : l'alanine à l'acide acétique, la leucine à l'acide valérianique, etc.

L'acide formique, que l'on trouve toujours en proportion sensible malgré l'oxydation qu'il subit dès 250°, doit provenir de l'oxydation de groupes uréides comme l'arginine et la guanidine.

Les acides bibasiques tels que l'acide succinique, doivent provenir de groupements producteurs d'acide aminoglutarique.

Voici résumés en tableau les résultats obtenus, ramenés à 100 grammes de matière :

	Albumine d'œufs.	Gélatine.
Acide oxalique	22	40,4
Acide formique	2	2
Acide acétique	25	14
Acide propionique	6	1,6
Acide butyrique	1	0
Acide valérianique	7	2
Acide caproïque	2	2
Acide caprylique	1	0,5
Acide benzoïque	1	0,5
Alcool méthylique	0,5	0

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques réactions de l'acétal propargylique.* Note [1] de M. J. **Grard**, présentée par M. Matignon.

Les réactions de l'acétal propargylique que j'ai étudiées peuvent se classer en trois groupes :

1. Réactions portant sur l'hydrogène terminal acide. — *a. Précipité cuivreux.* — Il résulte de l'action du chlorure cuivreux ammoniacal sur une solution alcoolique de l'acétal. Après lavage à l'eau ammoniacale, à l'alcool et à l'éther, le précipité se présente sous la forme d'une poudre cristalline jaune serin, légèrement soluble dans le chloroforme, de formule

$$CU-C\equiv C-CH(OC^2H^5)^2.$$

Doublement de la molécule. — Par oxydation à l'aide d'une solution alcaline de ferricyanure de potassium, le précipité cuivreux permet de doubler la molécule et, par là même, de préparer un diacétal diacétylénique. Celui-ci bout sous 3^{mm} à 140-141°. C'est un liquide légèrement coloré se solidifiant à — 8°,

$$d=0,9730;\qquad n=1,4638;\qquad R.M=71,94\ (\text{th}: 69,42).$$

La réfraction moléculaire est fortement augmentée par à la conjugaison des deux fonctions acétyléniques, mais l'analyse s'accorde avec la formule

$$(C^2H^5O)^2HC-C\equiv C-C\equiv C-CH(OC^2H^5)^2.$$

b. Précipité argentique. — Il s'obtient par action de l'azotate d'argent ammoniacal sur l'acétal propargylique purifié par cristallisation dans l'alcool, il répond à la formule

$$Ag-C\equiv CH(OC^2H^5)^2.$$

Le précipité argentique permet de préparer les composés monoiodé

$$IC\equiv C-CH(OC^2H^5)^2,$$

et triiodé

$$I^2C=CI-CHO,$$

décrits dans la Note précédente [2].

---

(1) Séance du 18 novembre 1929.

(2) *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 541.

A cet effet il est délayé au sein de l'eau; on ajoute alors la quantité théorique d'iode dissous dans l'iodure de potassium. Après réaction le composé iodé est extrait par des épuisements à l'éther et purifié soit par rectification (monoiodure) soit par cristallisation (triiodure).

2. Réactions affectant la fonction acétal. — *a. Condensation avec l'uréthane.* — Si l'on verse l'acétal propargylique dans une solution aqueuse d'uréthane légèrement acidulée, le milieu se prend lentement en masse. Le précipité blanc volumineux est essoré puis dissous à chaud dans l'alcool, il se dépose par refroidissement sous forme de longues aiguilles soyeuses, facilement sublimables dans le vide, fondant nettement à 180-180°,5 et se conservant sans altération. Formule du composé d'après l'analyse

$$H - C \equiv C - CH(NH - CO^2 - C^2H^5)^2.$$

b. Condensation avec l'urée. — Elle aboutit à un solide complexe, insoluble dans les solvants organiques usuels et se décomposant avant fusion; lavé soigneusement à l'eau, l'alcool et l'éther; il répond à la formule d'une triuréine

$$\begin{array}{c} H^2N - CO - NH - NH - CO - NH - NH - CO - NH^2 \\ \quad\diagdown\diagup \qquad\qquad\qquad \diagdown\diagup \\ HC - C \equiv CH \qquad HC - C \equiv CH. \end{array}$$

3. Réactions portant a la fois sur l'H acide et sur la fonction acétal. — L'action des magnésiens R-Mg-Br sur l'acétal propargylique peut conduire dans certaines conditions par élimination d'une fonction éthoxy à un magnésien d'un éther-oxyde $Br - Mg - C \equiv C - CH - OC^2H^5 - R$. Décomposé par l'eau, ce dernier fournit l'éther-oxyde correspondant

$$H - C \equiv C - CH\,OC^2H^5 - R.$$

Au contact d'une solution saturée de bichlorure de mercure, cet éther-oxyde donne un abondant précipité blanc, complexe facilement hydrolysable par ébullition dans l'eau chlorhydrique avec production d'une cétone méthylée, éthoxylée

$$CH^3 - CO - CHO\,C^2H^5 - R.$$

Ainsi, à partir de l'acétal propargylique et du magnésien de bromure d'éthyle, nous avons préparé l'éther-oxyde

$$H - C \equiv C - CH - OC^2H^5 - C^2H^5 \quad (\text{Eb. } 108^\circ),$$

$$d_{22} = 0{,}8096; \qquad n_{22} = 1{,}4072; \qquad \text{R. M} = 34{,}07 \ (\text{th. } 34{,}16),$$

et la cétone

$$CH^3 - CO - CH - OC^2H^5C^2H^5 \quad (\text{Eb. } 76^\circ \text{ sous } 67^{mm});$$
$$d_{17} = 0,8849; \quad n_{14} = 1,4075; \quad \text{R. M} = 36,19 \ (\text{th. } 36,18).$$

Par l'action d'un mélange équimoléculaire de chlorhydrate de semicarbazide et d'acétate de potassium, il est aisé d'obtenir la semicarbazone. Recristallisée par refroidissement d'une solution alcoolique saturée, elle fond à 93-95° du bloc Maquenne. Formule :

$$CH^3 - C(= N - NH - CO - NH^2) - CH - OC^2H^5 - CH^3.$$

A partir de l'acétal propargylique et du magnésien de bromure phényle, on obtient l'éther-oxyde

$$H - C \equiv C - CH - OC^2H^5 - C^6H^5 \quad (\text{Eb. } 100\text{-}105^\circ \text{ sous } 15^{mm});$$
$$d_{17} = 1,023; \quad n_{15} = 1,5365; \quad \text{R. M} = 48,8 \ (\text{th. } 49,03).$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelle méthode générale de préparation des amines primaires et secondaires.* Note de MM. **A. Guyot** et **M. Fournier**, présentée par M. C. Matignon.

Le procédé de préparation des amines qui fait l'objet de la présente Communication a pour point de départ une observation de laboratoire assez inattendue : ayant été conduit à chauffer en autoclave, en vue d'une toute autre recherche, un mélange de cyclohexanol et d'aniline vers 170° avec une petite quantité de nickel obtenu par réduction de son oxyde à 300°, nous avons été surpris d'obtenir en abondance de la cyclohexylaniline formée en vertu de l'équation :

$$C^6H^{11}OH + C^6H^5NH^2 = C^6H^5NH\,C^6H^{11} + H^2O.$$

Nous savions déjà, grâce aux travaux de Sabatier et Mailhe [1], que les alcools sont susceptibles de réagir sur l'ammoniac ou les amines primaires et secondaires en présence de certains catalyseurs de déshydratation tels que la zircone, l'alumine, la thorine, etc. pour donner les amines substituées correspondantes, mais on n'avait pas encore signalé, du moins à notre connaissance, de réactions analogues en présence de catalyseurs métalliques

---

[1] P. Sabatier et Mailhe, *Comptes rendus*, 148, 1909, p. 898; 153, 1911, p. 160 et 1204. — Voir aussi Mailhe et F. de Godon, *Comptes rendus*, 166, 1918, p. 467-469.

proprements dits et nous nous sommes demandé s'il ne s'agissait pas ici d'une réaction nouvelle et très générale dont le mécanisme, bien différent de celui étudié par Sabatier et Mailhe, pourrait s'expliquer de la façon suivante :

Sous l'influence du catalyseur, l'alcool se transformerait d'abord en aldéhyde (ou en cétone) par déshydrogénation [équation (1)], laquelle réagirait aussitôt sur l'ammoniac ou l'amine mise en œuvre pour donner une aldimine (ou une cétimine) simple ou substituée [équation (2)] qui conduirait à la base nouvelle par fixation de l'hydrogène libéré dans la première phase [équation (3)]. Le processus de la réaction pourrait donc s'écrire :

$$RCH^2OH = RCHO + H^2, \tag{1}$$

$$RCHO + R'NH^2 = RCH = NR' + H^2O, \tag{2}$$

$$RCH = NR' + H^2 = RCH^2 - NH - R', \tag{3}$$

avec la réaction globale

$$RCH^2OH + R'NH^2 = RCH^2 - NHR' + H^2O.$$

Le dédoublement de l'alcool [équation (1)], qui, en l'absence d'amine, serait limité par la réaction inverse, se poursuivrait ici jusqu'à transformation totale, puisque deux des facteurs de l'équilibre disparaîtraient au fur et à mesure de leur formation conformément aux équations (2) et (3).

L'expérience a confirmé ces prévisions, et les exemples que nous donnons dans un autre Mémoire sont assez variés pour établir la généralité de la méthode.

Disons seulement ici que dans de nombreux cas, nous avons obtenu la base cherchée avec des rendements voisins de la théorie et qu'il nous a été possible parfois de saisir en cours d'opération les aldéhydes ou les cétones dont nous admettons intermédiairement la formation dans le mécanisme de la réaction tel que nous venons de l'exposer.

Pour préparer les amines par notre procédé, il suffit en principe de faire passer sur une traînée de nickel chauffé vers 160°-200° un mélange de vapeur d'alcool et d'ammoniac ou d'une base primaire quelconque; mais la production est assez faible, et il est bien préférable lorsqu'on n'est pas limité par des pressions excessives, d'opérer en phase liquide dans un autoclave muni d'un agitateur énergique. On sépare ensuite par une simple distillation l'amine nouvelle de l'eau formée dans la réaction et des matières premières qui n'ont pas réagi et qui peuvent, sans autre purification, servir pour une nouvelle opération.

La température a une influence prépondérante sur la marche de la réaction et doit être déterminée dans chaque cas particulier en raison de la nature des produits qu'on veut obtenir : à 150°, par exemple, avec l'ammoniac et le cyclohexanol, il ne se forme pratiquement, en autoclave, que de la monocyclohexylamine, tandis qu'à 190°, on n'obtient presque uniquement que de la dicyclohexylamine.

Comme il était facile de le prévoir, le nickel peut être remplacé dans toutes ces préparations par l'un quelconque des métaux communs (cobalt, cuivre, fer, etc.), connus comme catalyseurs d'hydrogénation; cependant, le nickel semble plus particulièrement indiqué, et c'est avec ce métal que nous avons effectué la plupart de nos essais.

Puisque nos amines résultent de l'hydrogénation d'aldimines ou de cétimines, nous ne pouvons obtenir, du moins en principe, que des amines primaires ou secondaires; de fait nous n'avons jamais rencontré de bases tertiaires au cours de nos recherches et Mignonac ([1]) n'en a pas davantage signalé la formation dans la mise en œuvre de son intéressant procédé de préparation des amines par hydrogénation d'un mélange équimoléculaire d'ammoniac et d'aldéhydes ou de cétones. L'obtention de bases tertiaires, formées, il est vrai, en vertu d'un mécanisme différent et facile à concevoir, n'est cependant pas exclue d'une façon absolue puisque Skita et Keil ([2]) ont obtenu ces bases en quantité abondante par hydrogénation d'un mélange d'ammoniac et d'aldéhyde en présence de platine colloïdal; ce n'est, pensons-nous, qu'une question de température et de catalyseur.

Si notre mode de préparation des amines n'a pas toute la généralité de celui décrit par Sabatier et Mailhe, puisqu'il ne peut utiliser que des alcools primaires ou secondaires, par contre il présente l'avantage d'employer des catalyseurs qui travaillent à température beaucoup plus basse, ce qui évite toute altération de l'amine; d'autre part, nos catalyseurs n'ont aucune tendance à donner, aux dépens de l'alcool mis en œuvre, de ces carbures éthyléniques dont la formation est presque inévitable avec les catalyseurs de déshydratation préconisés par Sabatier et Mailhe; les rendements seront donc en général plus élevés et les traitements plus simples.

([1]) MIGNONAC, *Comptes rendus*, **172**, 1921, p. 223.
([2]) SKITA et KEIL, *D. Chem. Gesel.*, **61**, 1928, p. 1682.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques propriétés des carbonates organomagnésiens mixtes vrais.* Note [1] de M. **D. Ivanoff**, transmise par M. V. Grignard.

1. Les carbonates organomagnésiens mixtes vrais que j'ai obtenus [2], chauffés avec les dérivés organomagnésiens, se décomposent, d'après l'équation

$$R.O.CO^2.MgX + R_1MgX_1 = R.O.MgX_1 + R_1.CO^2.MgX.$$

Évidemment en même temps $R_1.MgX_1$ réagit sur $R_1.CO^2.MgX$ et donne l'alcoolate tertiaire correspondant $(R_1)^3.CO.MgX$ [3].

Pour déterminer quantitativement le degré de la réaction il faut doser l'acide $R_1.CO^2H$ et l'alcool $(R_1)^3.C.OH$. Dans ce but il convient d'employer des $R_1.MgX_1$ dont *le carboxylate magnésien* forme peu, ou presque pas, d'alcool tertiaire, comme par exemple $C^6H^5.CH^2.MgCl$, ou bien, tels que $C^6H^5.MgBr$, qui donne un alcool tertiaire solide, facilement isolable. D'autre part, les acides obtenus doivent être peu solubles dans l'eau pour qu'on puisse les extraire totalement.

Le mode opératoire que j'ai suivi est le suivant : Le carbonate étant obtenu, à partir de 0,1 à 0,2 mol-g de RX, le gaz carbonique, dissous dans l'éther, est chassé en distillant la majeure partie de ce solvant. Puis on ajoute $R_1.MgX_1$ et le mélange est chauffé pendant 8 heures, au réfrigérant ascendant. L'hydrolyse est faite d'abord sans acide minéral, pour éviter la décomposition du carbonate qui n'a pas réagi et qui pourrait carbonater $R_1.MgX$, libre; et après seulement, on ajoute de l'acide minéral. L'acide organique est dosé volumétriquement, et l'alcool tertiaire, par pesée.

Voici quelques résultats obtenus :

Carbonate préparé à partir de	$R_1.MgX_1$ préparé à partir de	Acide.	Alc. tertiaire.	Carbonate décomposé [4].
		g	g	%
0,2 mol-gr $C^2H^5.Br$	0,2 mol-gr $C^6H^5.Br$	3,5	5,5	26,4
0,15 » »	0,3 » »	0,7	14,5	41 [5]
0,15 » »	0,2 » $C^6H^5.CH^2.Cl$	7,4	-	40,4
0,2 » *n*-$C^4H^9.Br$	0,2 » $C^6H^5.Br$	5,3	5	33,3
0,15 » *iso*-$C^5H^{11}.Br$	0,3 » »	7	3,7	54

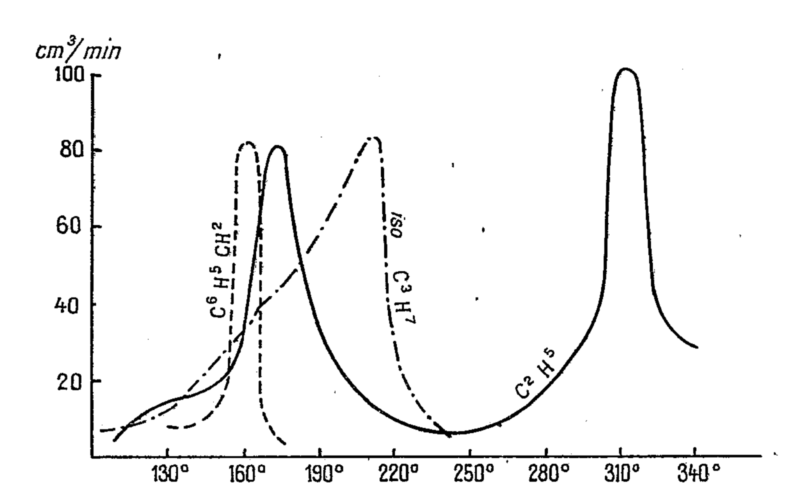
(1) Séance du 12 novembre 1929.
(2) *Comptes rendus*, 189, 1923, p. 51.
(3) V. Grignard, *Bull. Soc. Chim.*, 31, 1904, p. 278 et 251.
(4) Dans ce calcul il est tenu compte des rendements en R.MgX et $R_1.MgX_1$, donnés par H. Gilman, E. A. Zoeller et J. B. Dickey, *Amer. Chem. Soc.*, 51, 1929, p. 1576.
(5) Le chauffage est fait en milieu benzénique (P. E. = 80°).

2. Les carbonates, soumis à une pyrogénation, se décomposent en deux phases. Tout d'abord, il se dégage du gaz carbonique et l'alcoolate magnésien est régénéré; celui-ci, à son tour, se décompose en hydrocarbure éthylénique correspondant ([1]), par exemple :

(I) $C^2H^5.O.CO^2.MgBr = CO^2 + C^2H^5.O.MgBr,$

(II) $2C^2H^5.O.MgBr = 2C^2H^4 + MgBr^2 + MgO + H^2O.$

Le mode opératoire est celui que j'ai employé pour la pyrogénation des alcoolates magnésiens ([1]). La décomposition d'après (I) commence vers 110°, tandis que celle d'après (II) pour les alcoolates primaires se fait vers 300°, et, pour les alcoolates secondaires, vers 200°.



Les courbes ci-dessus font connaître l'allure de cette décomposition. Pour le carbonate d'éthyle, ces deux phases sont très distinctes; pour celui d'isopropyle, avant que la première décomposition soit finie, la deuxième commence. Enfin, pour le carbonate de benzyle, la courbe ne donne que la première phase, la deuxième n'apparaissant que vers 380° et donnant un produit non volatil $(C^6H^5.CH)^n$.

([1]) D. Ivanoff, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1259.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Nouvelles observations sur la dissymétrie des figures de corrosion obtenues par un liquide isotrope actif.* Note de M. **L. Royer**, présentée par M. Pierre Termier.

1. J'ai montré (¹) que, dans la corrosion par un liquide isotrope actif, un cristal holoèdre pouvait prendre des formes hémièdres holoaxes et un cristal parahémièdre, des formes tétartoèdres.

Des essais entrepris depuis ont mis en évidence qu'un cristal antihémièdre pouvait également prendre des formes tétartoèdres dans la décroissance en milieu actif.

La calamine, silicate de zinc hydraté, cristallise dans l'antihémiédrie du système terbinaire. Les cristaux sont très facilement attaqués par toute une série d'acides organiques.

Les figures de corrosion obtenues avec des acides organiques *inactifs* sur une face g^1 (010) indiquent l'absence d'un centre de symétrie C et l'existence d'un plan de symétrie h^1 (100) normal à g^1 (010). Les figures présentées par les deux faces (010) et $(0\bar{1}0)$ sont symétriques les unes des autres par rapport à la rangée [001] qui, pour le cristal, est un axe binaire de symétrie L^2.

Ces conditions sont en accord avec l'existence dans la calamine des éléments de symétrie $L^2 P' P''$.

Mais quand la corrosion résulte de l'action d'une solution concentrée d'un acide organique *actif*, les figures de corrosion sur la face g^1 (010) cessent d'être symétriques par rapport au plan (100). Tout se passe comme si ce plan de symétrie n'existait pas.

Les figures obtenues avec les acides actifs sur les faces (010) et $(0\bar{1}0)$ sont comme précédemment symétriques les unes des autres par rapport à l'axe L^2.

Sur le simple vu de ces figures, on serait amené à attribuer à la calamine comme seul élément de symétrie un axe binaire L^2 et à la classer dans l'hémiédrie holoaxe du système binaire qui peut être considéré comme la tétartoédrie orthorhombique.

Ainsi un cristal antihémièdre décroissant dans un milieu actif peut prendre des formes tétartoèdres.

(¹) L. Royer, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1176-1178 et 1303-1305.

2. Les essais décrits ci-dessous ont été faits sur des cristaux droits et gauches d'acide tartrique, afin de rechercher l'influence d'un milieu actif sur les formes de décroissance d'un cristal hémièdre holoaxe.

Pour simplifier le langage, je noterai dans la suite le cristal droit D, le cristal gauche G, le liquide inactif *i*, le liquide actif droit *d* et le liquide actif gauche *g*. D*d* désignera les figures résultant de l'attaque du cristal droit par le liquide droit, D*g* celles dues à l'action du liquide gauche sur le cristal droit, et ainsi de suite.

J'ai attaqué successivement les cristaux droits et gauches d'acide tartrique par l'alcool éthylique inactif, l'alcool amylique inactif, l'acide lactique de fermentation inactif, l'alcool butylique secondaire droit (méthyléthylcarbinol); l'alcool amylique secondaire gauche (méthylpropylcarbinol); l'acide paralactique droit; le menthol droit, le terpinéol droit et le terpinéol gauche.

En milieu inactif, les figures de corrosion sont toujours telles que l'on a : D*i* énantiomorphe de G*i*.

Mais les conditions changent dans l'attaque par une substance active. Ainsi, sur les faces *p* (001) d'un cristal droit et d'un cristal gauche, les figures produites par le même alcool droit ne sont plus, comme les plans *p* (001) eux-mêmes, énantiomorphes. Il n'y a plus aucune relation de symétrie entre elles; leurs contours et leurs positions relatives sont totalement dissemblables. On a D*d* différent de G*d*.

Les mêmes faits se retrouvent dans l'attaque avec un alcool gauche : on a D*g* différent de G*g*.

Mais ce n'est pas tout; en comparant D*d* à G*g* on constate que ces deux sortes de figures sont énantiomorphes par rapport au plan g^1 (010). Il en est de même pour D*g* et G*d*.

Dans l'attaque d'un cristal hémièdre holoaxe (D et G) en milieu actif (*d* et *g*), il peut donc y avoir les relations suivantes entre les quatre formes possibles D*d*, D*g*, G*d* et G*g* des figures de corrosion : D*d* énantiomorphe de G*g*; D*g* énantiomorphe de G*d*; D*d* différent de G*d* et D*g* différent de G*g*.

GÉOLOGIE. — *Subdivisions de la nappe des Schistes lustrés en Haute-Maurienne.* Note de M. E. Raguin, présentée par M. Pierre Termier.

Les Schistes lustrés forment dans les Alpes franco-italiennes une nappe de charriage recouvrant les terrains de la nappe du Grand-Saint-Bernard (IV). Jusqu'à ces derniers temps on n'a pas tenté de les subdiviser malgré leur énorme épaisseur, faute de repère stratigraphique ou de surface de discontinuité assez manifeste. On les considérait comme un ensemble constituant l'enveloppe mésozoïque des gneiss des nappes pennines supérieures, principalement de la nappe du Mont Rose (V). Récemment F. Hermann ([1]) a été conduit à envisager les lames de gneiss éparses dans les Schistes lustrés des Alpes franco-italiennes comme des écailles de terrains prétriasiques appartenant à la nappe de la Dent Blanche (VI). Ces Schistes seraient alors, pour la plus grande part, la couverture de cette nappe dont les éléments, fortement imbriqués, auraient dépassé et laminé sous eux la nappe V.

Le lever des feuilles *Tignes* et *Lanslebourg* de la Carte géologique à $\frac{1}{50000}$ m'a permis d'examiner ces roches. Par suite de l'abaissement axial au Sud du Grand-Paradis, on voit en Haute-Maurienne une zone plus interne de la nappe des Schistes lustrés que dans le reste des Alpes françaises. Vers la base de cette zone, c'est-à-dire dans les massifs de la vallée d'Avérole au sud-est de Bessans, ces schistes sont extrêmement riches en intercalations de Roches vertes, et en même temps les lames de gneiss et micaschistes y prennent une fréquence remarquable, en alternances nombreuses avec Schistes lustrés, calcaires et prasinites. Leur contact avec les premiers montre parfois de fines récurrences de lits de gneiss dans le calcschiste, indiquant une liaison stratigraphique normale. Avec les prasinites le passage est souvent insensible, par des prasinites quartzeuses et micacées. Cette association n'implique pas nécessairement que les gneiss résultent du métamorphisme de contact des prasinites : celles-ci, roches éruptives post-paléozoïques, auraient pu dans cette région être injectées de manière prépondérante dans les assises de passage du Paléozoïque aux Schistes lustrés mésozoïques; le métamorphisme alpin postérieur aurait effacé les contacts. Si les gneiss sont paléozoïques, ils appartiennent à une zone où il n'existe habituellement pas de Trias différencié à la base des Schistes

([1]) *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 1204.

lustrés, ainsi que le fait a été constaté par É. Argand pour certaines parties de la nappe VI. A noter que j'ai trouvé près de Bessans, à quelques cents mètres au nord des chalets d'Andagne, des schistes anthraciteux d'aspect carbonifère associés aux micaschistes à grenats d'une de ces lames et voisins d'une écaille de Trias. Mais le fait est isolé et le problème stratigraphique des intercalations de gneiss dans les Schistes lustrés ne me paraît pas résolu.

Cependant les Schistes lustrés n'en doivent pas moins être subdivisés en Haute-Maurienne en plusieurs ensembles.

1. La coupole de gneiss de Bonneval, Paléozoïque de la nappe V, est enveloppée de Schistes lustrés ayant du Trias discontinu mais assez constant à leur base; c'est une série normale.

2. Au-dessus se trouve un énorme amas de serpentine (Vallée de l'Arc en aval de Bonneval, Pointe Regaud, Petite Ciamarella). Sa base est une surface de laminage, car il repose tantôt sur le plus bas, tantôt sur le plus haut des trois termes précédents, et même sur une écaille de Trias superposée au terme supérieur. De nouveaux Schistes lustrés présentant un métamorphisme de contact avec la serpentine surmontent l'amas.

3. Plus haut se trouve la grande masse de ces schistes avec les multiples intercalations de prasinites, gneiss et micaschistes. Si les lames de gneiss sont prétriasiques, on a sur une très grande épaisseur un empilement extraordinaire d'écailles imbriquées. Sinon, la région basale de ce troisième complexe comporte néanmoins une surface de glissement important, car une lame de Trias étiré (cargneules, calcaires, quartzites), située au contact supérieur de la première lame de gneiss ou un peu au-dessus, est visible en plusieurs affleurements reconnus déjà par Marcel Bertrand, près des châlets d'Andagne et au Molard, points distants de 3^{km}. Ce Trias ne pourrait être à sa place, d'après la stratigraphie des nappes pennines, qu'au voisinage de la base de la série des Schistes lustrés et non en intercalation au milieu de cette série.

La digitation de l'Iseran jalonne une surface d'étirement dans une zone plus externe de la nappe des Schistes lustrés (¹). Comme des lentilles de gneiss l'accompagnent, on serait tenté de la raccorder avec celle des deux surfaces ci-dessus qui est située peu au-dessus de la serpentine de Bonneval. Mais le raccord ne peut s'observer, car la lame triasique de l'Iseran a été fragmentée au cours des charriages avec vastes lacunes au glacier du Véfret,

(¹) *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 859.

et les plis secondaires (postérieurs aux charriages) très irréguliers rendent malaisé le dessin de la correspondance des assises, même à proximité. Quel qu'il soit cependant, *l'existence de plusieurs grandes subdivisions ayant eu un important mouvement relatif est manifeste*, non seulement dans les Schistes lustrés de Haute-Maurienne, mais aussi dans le vaste massif entre Isère et Arc.

GÉOLOGIE. — *Sur le massif de pegmatite écrasée situé au bord sud de la feuille géologique d'Aigurande au* $\frac{1}{80000}$. Note de M. **Yang Kieh**, présentée par M. Pierre Termier.

Les publications de MM. G. Mouret et E. Raguin ont montré l'existence de nombreux gisements de mylonites dans l'ouest du département de l'Allier et dans le nord de la Creuse et de la Haute-Vienne. Les gisements signalés par eux sur la feuille d'Aigurande sont les suivants : Combrand, Villemalard, Le Courtioux; Grand-Pras, Les Valettes, La Villatte, Le Ris, Colondannes, Saint-Léger-Bridereix, La Fresse, Moulin de Chansau et Vareilles ([1]).

Aux vacances dernières j'ai parcouru, tout le long du bord sud de cette feuille, une zone cartographiée comme un massif constitué uniquement de granulite. En réalité il y a plusieurs massifs à facies très différents les uns des autres. L'un d'eux, le plus à l'Est, faisant l'objet de cette Note, est formé entièrement d'une roche leucocrate à gros grain, broyée, que l'on peut désigner sous le nom de « pegmatite écrasée » ; elle contient localement des roches filoniennes dont l'origine postérieure n'a aucun rapport magmatique avec la pegmatite considérée.

Ce massif pegmatitique occupe une bande d'environ 40^{km} de long sur 5^{km} de large, qui va de l'extrême est de la feuille jusqu'à la frontière de la Haute-Vienne. Il est limité à l'Est par un massif granitique, indiqué sur la carte géologique, et à l'Ouest par un massif gneisso-granitique ou granulitique ([2]); au Nord, se trouve le Plateau d'Aigurande composé d'une grande complexe de roches : gneisso-micaschistes avec des intercalations

([1]) Mouret, *Comptes rendus*, 179, 1924, p. 1416. — Mouret et Raguin, *Ibid.*, 182, 1926, p. 228. — Raguin, *Bull. Serv. Carte géol. France*, 29, 1925-1926, p. 218 et 220; 30, 1927, p. 459 et 463.

([2]) Mouret, *Bull. Serv. Carte géol. France*, 28, 1923-1924, p. 146.

d'amphibolites, et au Sud, le massif granitique de Guéret où les grandes lignes de dislocations sont orientées, soit NNE (Grand Sillon houiller), soit NNW (Faille d'Argentat).

A cause de l'écrasement tectonique, la fausse stratification de ce massif est bien marquée, avec une direction générale E.-W., le pendage, toujours raide (de 80 à 85°), est orienté vers le Sud, sauf immédiatement au nord de Bourg d'Hem. Par conséquent, ce massif pegmatitique présente, tant au point de vue pétrographique que tectonique, des caractères très différents de ceux des massifs voisins.

En outre, certaines particularités méritent d'être décrites spécialement; les pressions tectoniques se sont manifestées dans une direction unique et leur intensité s'accroît graduellement du Sud vers le Nord; autrement dit, la mylonitisation débute dans la zone la plus méridionale et s'accentue progressivement vers le Nord, où est atteint le degré maximum de laminage. On trouve ainsi, en partant du Sud, d'abord de la roche à peine broyée, mais en avançant un peu vers le Nord, le laminage est très facile à observer, puis, vers la vraie zone de broyage, paraît la mylonite à texture parfaitement gneissique que l'on peut confondre avec des gneiss véritables. Ensuite vient une zone profondément comprimée, la schistosité devient extrêmement fine et l'aspect de la roche initiale est entièrement méconnaissable. Enfin une croûte bordière dont l'épaisseur ne dépasse guère quelques mètres, se compose de purée mylotinique, son aspect est celui d'une cornéenne jaunâtre ou gris-noirâtre (roche métamorphique de contact), très fine, très compacte et sans schistosité. On a donc une très belle représentation de mylonitisation croissante.

Par l'examen longitudinal de ce massif, on peut établir la continuité des cinq zones citées ci-dessus, en passant par les différentes localités où des mylonites avaient déjà été signalées. Sur le méridien du Bonnat, à 2^{km} au sud de cette commune, apparaît la zone de mylonites pegmatitiques qui se continue vers l'Ouest jusqu'au Bourg d'Hem; un affleurement particulièrement typique et facile à observer se trouve à l'est du village de Chanteloube.

Au nord du bourg d'Hem, apparaît un long affleurement d'amphibolites écrasées à faciès partiellement dioritique à gros grain. Ce secteur, de 7^{km} de long, offre un intérêt pétrographique et tectonique particulier, à cause des perturbations qui s'y manifestent. Il semble que cette grosse masse amphibolitique, très résistante, soit montée de la profondeur lors du soulèvement de massif pegmatitique, une dislocation secondaire entre ces deux masses paraît connexe de ce mouvement. Dans ce secteur amphibolitique, on ne

trouve plus les dernières zones de mylonites, les plus écrasées, qui sont propablement cachées sous les amphibolites. Dans la masse de celles-ci, il y a en effet des bandes pincées de mylonites pegmatitiques, très laminées, identiques aux roches qui se trouvent aux deux extrémités de la zone amphibolitique. Par exemple, sur la croupe du village de Guémontet (800^m au nord-ouest du bourg d'Hem), une bande (150^m de large et 500^m de long) de mylonites fortement comprimées se présente en une fausse couche très redressée qui plonge à 85° vers WSW. Cette bande est bordée à l'Est par une autre constituée d'amphibolites également plus ou moins écrasées, et montrant les mêmes caractères tectoniques. Ce régime de sectionnement de la grande zone amphibolitique s'observe plusieurs fois vers l'Ouest de cette localité.

Plus loin encore vers l'Ouest, la série des mylonites apparaît normalement et d'une façon continue, en suivant l'allongement général du massif pegmatitique. Sa terminaison occidentale se fait d'une manière confuse dans le massif gneisso-granitique d'Arnac d'une part, et le massif granulitique de Vareilles de l'autre.

GÉOLOGIE. — *Découvertes paléontologiques dans le Cambrien et le Silurien des monts de Lacaune au nord de la Montagne Noire.* Note de M. **Marcel Thoral**, présentée par M. Pierre Termier.

Le massif de gneiss et de micaschistes de l'Espinouze et du Caroux, à la pointe sud du Massif central, est entouré d'une large ceinture de terrains primaires dont font partie : au Sud, la Montagne Noire, bien connue grâce aux travaux de De Rouville, Bergeron et J. Miquel, au Nord, les monts de Lacaune, qui sont limités par les hautes vallées de l'Agout et de la Rance, affluents du Tarn.

Bergeron n'a consacré aux monts de Lacaune que quelques Notes très sommaires et quelques pages éparses dans son beau Mémoire sur la Montagne Noire (1).

La carte géologique des monts de Lacaune fut dressée par lui surtout d'après les analogies lithologiques que présentent les divers terrains cambriens et siluriens de cette région avec ceux, si bien définis, de la Montagne

(1) J. Bergeron, *Étude géol. du massif ancien situé au sud du Massif central* (*Annales Sc. géol.*, 22, p. 889, *passim.*).

Noire. Les seuls documents paléontologiques qu'il y a découverts et les seuls connus jusqu'à ce jour sont : un Trilobite incomplet du genre *Barrandia* (Arenig), deux *Orthoceras* (Gothlandien).

Comme Bergeron l'a indiqué sur ses cartes, le Cambrien et le Silurien se répartissent en zones anticlinales et synclinales dirigées du Nord-Est au Sud-Ouest, mais avec des complications tectoniques bien plus nombreuses qu'il ne le signale.

Cambrien. — La zone axiale des anticlinaux est constituée par des calcaires que Bergeron rapporte au Géorgien, mais qui sont probablement les équivalents des calcaires à *Archæocyathus* de l'Acadien inférieur de la Montagne Noire. Des schistes jaunâtres, parfois lie de vin, qui se débitent, sur les talus, en menues plaquettes, se superposent à ces calcaires. A 2^{km} environ à l'est de Murat-sur-Vèbre, près de la ferme de Gayrargues, ils renferment des Trilobites dont l'état de conservation, à part quelques exceptions, est en général assez mauvais. J'y ai reconnu : *Paradoxides* cf. *rugulosus* Corda, *P.* cf. *méditerraneus* Pomp., *Agraulos* sp type moyen entre *A. longicephalus* Hicks et *A. ceticephalus* Bar., *Conocoryphe Heberti* M.-Ch. et Berg., *C. Heberti* M.-Ch. et Berg. var. *coronata* Miquel *in litt.* (cette forme est intermédiaire entre *C. Heberti* type et *Ctenocephalus coronatus* Bar.). Il existe, en avant de la glabelle, une petite protubérance ponctuée, exagération du bourrelet compris entre la rainure antérieure du céphalothorax et la glabelle.

Ces déterminations et celles qui suivent ont été faites à l'aide des collections de la Faculté de Montpellier et de plus M. Miquel a bien voulu les vérifier. Ces fossiles datent l'Acadien. Leur association qui se retrouve dans la Montagne Noire semble préciser l'Acadien moyen.

L'Acadien supérieur et le Potsdamien, formés surtout de schistes psammitiques, sont sans fossiles connus. J'ai cependant découvert dans ces schistes un banc renfermant de petits Brachiopodes écrasés des genres *Discina* et *Obolella*.

Silurien : *a. Tremadoc.* — Le sous-étage de Tremadoc est largement représenté par des schistes qui paraissent plus métamorphiques que ceux du Cambrien. A leur base se voient des grès siliceux; dans leur partie moyenne ils prennent le faciès bien connu des schistes crayons et renferment des nodules siliceux dont la taille varie de 1^{cm} à 50^{cm} montrant souvent la structure *cone in cone*.

Le Tremadoc occupe de larges et longues zones dirigées vers le Nord-Est; il est souvent en contact anormal d'origine tectonique avec l'Acadien.

L'affleurement le plus intéressant est celui qui passe au nord-est de

Murat-sur-Vèbre. Il est affecté de nombreux plis et lardé de filons de quartz. La vallée du Dourdou est, à ce point de vue, fort instructive. La ligne de contact entre Tremadoc et Acadien est marquée dans la partie sud de cet affleurement par une série de points d'eau.

J'ai trouvé dans les nodules : *Symphysurus Sicardi* Berg., *Euloma Filacovi* M.-Ch. et Berg., *Niobe Lignieresi* Berg., *Niobe* sp., *Dikelocephalina Barroisi* M.-Ch. et Berg., *D. Villebruni* Berg., *Orthoceras* cf. *atavum* Brœg., *Orthoceras* sp., *Bellerophon* cf. *Œhlerti* M.-Ch. et Berg., tous caractéristiques du Tremadoc moyen; *Asaphelina Miqueli* Berg., *Barrandia* sp. du Tremadoc supérieur.

Dans les schistes mêmes, j'ai recueilli un bel exemplaire d'*Asaphelina Miqueli*, quelques *Hyolithes* sp. et toute la série des empreintes problématiques signalées déjà dans la Montagne Noire sous les noms de *Arenicolites*, *Bilobites*, *Cruziana*, *Ripple-Marks*.

Dans le sud des monts de Lacaune, je ne connais pas, jusqu'à présent, de terrains primaires supérieurs à ceux du Tremadoc, le Houiller excepté. Au Nord, à la colline d'Escripy, Bergeron a signalé des grès qu'il rapporte à l'horizon du *grès armoricain*, mais dont l'âge demande encore confirmation.

b. Gothlandien. — Cet étage n'était signalé qu'à la base de la colline d'Escripy; j'en ai découvert un autre affleurement à la colline de Cabrières où il est plus apparent et plus fossilifère. Il comprend des schistes très ampéliteux renfermant de grands nodules en amande, aplatis, qui m'ont fourni de nombreux *Orthoceras* sp. et *Cardiola interrupta* Bar. typique.

En résumé, le Cambrien et le Silurien des monts de Lacaune sont plus fossilifères qu'on ne le pensait puisque j'y ai découvert : 1° une faune de l'Acadien entièrement nouvelle pour la région; 2° une faune du Tremadoc qui y était inconnue aussi, sauf le fragment de *Barrandia* signalé par Bergeron; 3° un nouveau gisement de Gothlandien à *Cardiola interrupta*.

Enfin les genres et espèces découverts dans les monts de Lacaune sont tous connus dans la Montagne Noire.

OCÉANOGRAPHIE. — *Cônes de tourbillonnement liquides océaniques isothermes.* Note (¹) de M. J. **Thoulet**.

Les graphiques de densimétrie océanique en profils longitudinaux et surtout ceux se rapportant particulièrement à la température *in situ* θ

(¹) Séance du 18 novembre 1929.

signalent d'une façon très nette, en deux localités l'une près de Taïti, dans le Pacifique, l'autre voisine de l'île Tristan da Cunha, dans l'Atlantique sud, l'existence de phénomènes particuliers qu'on semble autorisé à désigner sous le nom de cônes de tourbillonnement liquides océaniques isothermes. Ils ont été reconnus par moi en chacune de ces localités en traduisant en graphiques les mesures effectuées par le *Challenger* pendant sa mémorable campagne à travers les divers océans. On a tout lieu de supposer qu'ils doivent se rencontrer en nombre plus considérable au-dessus du lit marin tout entier. On trouvera plus loin leurs énormes dimensions à travers les régions abyssales ainsi que leurs diverses autres caractéristiques, pour autant qu'on les déduit d'une étude aussi sommaire que celle qui en est faite et qu'il est possible d'en faire actuellement, d'après les données notoirement insuffisantes récoltées sur place.

Si l'on trace une section océanique thermique verticale s'étendant de la surface jusqu'au sol en des points suffisamment rapprochés les uns des autres, on remarque que les isothermes relativement voisines de cette surface sont disposées en lignes horizontales à peu près parallèles et plus ou moins ondulées. A une température de 2° C. pour le cône de Taïti et de 3° C. pour celui de Tristan da Cunha, la couche isotherme prend localement une forme conique sur une hauteur véritablement gigantesque à travers les couches ambiantes plus froides. Une courbe-nappe isotherme sert d'enveloppe à ces cônes.

D'après l'étude plus détaillée à laquelle j'ai pu me livrer du plongement réciproque en leur rencontre mutuelle des deux courants opposés Kurosio et Sivosio sur les côtes orientales du Japon, le phénomène s'expliquerait par la rencontre de deux courants de sens opposé, de σ_0, de θ et de vitesses différentes, dont l'un serait peut-être une colonne thermique plus chaude mais sursalée par évaporation descendant de la surface. Le modelé du fond a sans doute lui aussi une influence sur ces cônes. Le phénomène, dans son ensemble s'appliquerait même à la météorologie aérienne et, à ce titre, il mériterait d'être l'objet d'une étude appuyée de mesures prises sur place plus nombreuses que celles qui étaient à ma disposition. Les graphiques sur lesquels il s'appuie seraient devenus plus rigoureux et le présent travail serait autre chose que la première indication de très importants problèmes.

Les caractéristiques des deux cônes observés sont les suivantes :

Cône de Taïti limité par l'isotherme $\theta = 2°,0$. — Pacifique équatorial, au nord de Taïti : St. 270 (2°34′N-149°9′W) et St. 272 (3°48′S-152°56′W). Distance entre les deux stations : 420 milles. θ moyen superficiel : 26°,0 C. Direction : NE-SW.

Profondeur moyenne de l'Océan : 4900^{m}. Nature du fond : globigérines et radiolaires; volcanisme.

Base supérieure : profondeur, 2560^{m}; diamètre, 480 milles; $\theta = 2°,2\text{-}2°,1$.

Pointe inférieure tournée vers le bas : profondeur, 3650^{m}; hauteur totale du cône, 1100^{m}.

Eau ambiante autour du cône : $\theta = 1°,8$ C.

Cône de Tristan da Cunha limité par l'isotherme $\theta = 3°,0$ C. — Atlantique sud. Stations limites superficielles : St. 331 (37°48'S-30°20'W). St. 134 (36°12'S-12°16'W). Distance entre les deux stations : 840 milles. θ moyen superficiel : 15°,0 C. Direction : W-E.

Profondeur moyenne de l'Océan : 3700^{m}. Nature du fond : globigérines et volcanisme.

Base supérieure du cône : profondeur, 1100^{m}; diamètre, 350 milles; $\theta = 3°,1$ C.

Pointe inférieure tournée vers le bas : profondeur, 3500^{m}; hauteur totale du cône, 2460^{m}.

Eau ambiante autour du cône : $\theta = 2°,7\text{-}2°,8$.

Il n'y a pas une seule de ces caractéristiques qui n'intéresse un des grands problèmes de la circulation abyssale.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Protéolyse et protéogénèse chez les plantes ligneuses au cours de l'été et de l'automne.* Note de MM. **R. Combes** et **M. Piney**, présentée par M. Molliard.

Nous avons antérieurement étudié [1] les variations quantitatives qu'éprouvent les substances azotées de nature protéique et les substances azotées solubles pendant l'hiver, le printemps et le début de l'été, dans les différents organes d'une plante ligneuse, et nous avons tiré de cette étude des conclusions relatives aux phénomènes de protéolyse et de protéogénèse qui ont lieu dans les tissus au cours de la période considérée. Ces recherches ont été poursuivies en vue de réunir des renseignements de même ordre sur le reste de la période active de végétation, été et automne, et plus particulièrement sur la période au cours de laquelle se produit le jaunissement des feuilles.

Elles ont porté sur la même plante, le Hêtre âgé de 3 à 4 ans, et ont

[1] R. Combes et M. Piney, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 79.

été réalisées avec une technique identique, chaque analyse utilisant quarante jeunes plantes.

Les résultats des dosages effectués, exprimés en milligrammes, et rapportés à 100g de substance sèche, sont réunis dans le tableau ci-dessous; y figurent également les rapports des quantités d'azote protéique aux quantités d'azote soluble, calculés d'après ces résultats.

		27-7.	26-8.	27-9.	17-10.	31-10.	7-11.	14-11.	28-11.	26-12.
Feuille.	Az prot..	1918	1821	1664	1483	1332	970	967	-	-
	Az sol...	85	162	141	202	179	296	227	-	-
	Rapport.	**22,36**	**11,22**	**11,79**	**7,31**	**7,44**	**3,27**	**4,24**	-	-
Tige...	Az prot..	520	596	689	701	792	790	609	700	817
	Az sol...	79	104	109	126	136	228	214	245	236
	Rapport.	**6,55**	**5,71**	**6,32**	**5,52**	**5,81**	**3,45**	**2,84**	**2,86**	**3,84**
Racine.	Az prot..	450	419	482	563	570	596	447	496	498
	Az sol...	86	117	121	122	119	205	214	245	253
	Rapport.	**5,20**	**3,58**	**3,98**	**4,62**	**476**	**2,91**	**2,08**	**2,02**	**1,97**

Ces variations des deux formes de substances azotées, interprétées en tenant compte des variations qu'éprouve parallèlement l'ensemble de la substance sèche (1), permettent de tirer les déductions suivantes :

1° Dans les feuilles, pendant toute la dernière période de leur existence, d'août à novembre, les tissus perdent de l'azote protéique; cette perte, nettement mise en évidence dans le tableau ci-dessus, est plus accusée encore que ne l'expriment ces résultats (rapportés à 100g de substance sèche), car, pendant la période étudiée, la quantité absolue de la substance sèche constituant les feuilles subit elle-même une diminution continue. Les phénomènes de protéolyse dominent donc notablement ceux de protéogénèse. Pendant le même temps se produit une baisse régulière de l'azote total, qui témoigne de l'émigration vers les organes vivaces d'une partie des produits de la protéolyse. L'accumulation de l'azote soluble, discontinue au cours des quatre mois envisagés, mais cependant assez considérable pour l'ensemble de la période, montre que l'émigration est insuffisamment active pour évacuer hors des feuilles les produits de la protéolyse aussi vite qu'ils se forment; il en résulte qu'à la croissance continue du rapport de l'azote protéique à l'azote soluble, constatée au début de la vie des feuilles (2) jus-

(1) R. Combes, *Rev. gén. de Bot.*, 39, 1927, p. 54; *Ann. de Physiol. et Physicochim.*, 2, 1927, p. 333.

(2) R. Combes et M. Piney, *loc. cit.*

qu'en juin, fait suite une décroissance discontinue mais très importante dans son ensemble.

Dans la tige et la racine au contraire, du mois d'août au début de novembre, il y a enrichissement en azote protéique; la protéogénèse domine donc dans ces organes. L'arrivée, dans la tige et dans la racine, de l'azote soluble provenant à la fois du sol et des feuilles, assez active dès le mois d'août, quand la protéogénèse est encore très faible ou nulle, détermine une accumulation de cette forme d'azote que marque la baisse brusque du rapport de l'azote protéique à l'azote soluble; le rapport se relève en septembre, puis subit des oscillations provoquées par le fait que l'azote soluble est utilisé dans la protéogénèse plus vite ou moins vite qu'il n'arrive dans les tissus.

Nous retrouvons, avant la chute des feuilles, au milieu de novembre, le phénomène mis en évidence par l'un de nous en 1925 chez cette même plante (1) : perte notable d'azote par tous les organes, et par conséquent évacuation d'azote à l'extérieur, vraisemblablement par les racines. Nos nouvelles recherches montrent que c'est surtout l'azote protéique qui disparaît : la protéogénèse intense dont les organes vivaces sont le siège au cours des trois mois précédents s'arrête donc dès le début de novembre, et il s'établit alors brusquement, dans la tige et la racine, une activité protéolytique comparable à celle qui existe déjà dans les feuilles.

Dans la suite, fin novembre et décembre, les jeunes Hêtres, alors privés de leurs feuilles, reprennent activement de l'azote au sol; l'accumulation a lieu surtout dans la tige, le gain portant en grande partie sur l'azote protéique; une protéogénèse active a donc repris, qui utilise l'azote soluble à mesure qu'il arrive, car le rapport de l'azote protéique à l'azote soluble ne subit que de très faibles modifications.

De juillet à décembre, la protéolyse domine donc dans les feuilles; au contraire, dans la tige et la racine, ce sont les phénomènes de protéogénèse qui l'emportent, sauf toutefois pendant un temps très court, au moment du jaunissement, où une active protéolyse se produit, accompagnée d'évacuation d'azote au dehors; c'est là un phénomène inattendu, dont il reste à établir le déterminisme.

---

(1) R. Combes, *loc. cit.*

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les alcaloïdes de l'*Anabasis aphylla. Note ([1]) de M. **A. Orékhoff**, présentée par M. A. Béhal.

L'*Anabasis aphylla* (Chénopodiacées), qui croît à l'état sauvage dans les steppes de la région de la mer Caspienne, ainsi qu'au Turkestan et en Transcaucasie, est connue des indigènes comme étant une plante très vénéneuse; en effet le bétail n'y touche point. Cette plante ne semble pourtant pas avoir fait l'objet d'une étude chimique. Ayant à ma disposition une certaine quantité de cette plante provenant du Turkestan, j'en ai entrepris l'étude, et les premiers essais préliminaires m'ont aussitôt montré qu'elle contenait des quantités notables d'alcaloïdes.

En épuisant la drogue sèche par de l'alcool alcalinisé par l'ammoniaque, on est parvenu à en retirer environ 2,5 pour 100 d'un mélange de bases dont l'une a pu être isolée à l'état de pureté.

Ce nouvel alcaloïde, qui forme la majeure partie du mélange et pour lequel je propose le nom d'*anabasine*, se présente sous forme d'un liquide huileux, légèrement jaunâtre, distillable dans le vide, soluble dans l'eau et entraînable par la vapeur d'eau. Les constantes physiques sont les suivantes : P. Eb. = 145°-146° (sous 15^{mm} de pression), $d_0^{20} = 1,044$; $[\alpha]_D^{20} = -47°21'$. La composition de cette nouvelle base correspond, d'après les analyses, à la formule $C^{10}H^{16}N^2$. Elle donne un picrate $C^{10}H^{16}N^2.2C^6H^2(OH)(NO^2)^3$, cristallisant en belles aiguilles jaunes P. F. 205°-207° et un picrolonate P. F. 235°-237°. L'acide silicotungstique donne, même avec des solutions extrêmement diluées de la base, un précipité blanc amorphe.

Les fractions du mélange de bases, distillant vers 200° (sous 15^{mm}), cristallisent par refroidissement, mais le point de fusion peu net du produit semble indiquer que nous avons affaire à un mélange d'alcaloïdes dont la séparation n'est pas encore achevée et dont nous poursuivons l'étude.

([1]) Séance du 18 novembre 1929.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Un nouvel exemple d'infection bactérienne généralisée chez les végétaux.* Note de M. **G. Nicolas** et M[lle] **Aggéry**, présentée par M. Molliard.

Depuis plusieurs années une Rosacée du Thibet, *Stranvæsia Davidiana* Dec., cultivée en pleine terre au jardin botanique de Toulouse, présente des symptômes inquiétants de dépérissement. A partir de décembre-janvier les feuilles de cet arbuste brunissent, la plupart du temps à leur extrémité, quelquefois sur les bords. Les plages brunes se dessèchent petit à petit, séparées des parties restées vertes par une double marge, jaune à leur contact et rouge plus loin; le reste de la feuille rougit entièrement, se dessèche et tombe. A ces caractères s'ajoute souvent la panachure des feuilles, qui se manifeste déjà sur les jeunes dès le mois d'octobre. La chute n'intéresse pas seulement les feuilles de l'année précédente, car de jeunes feuilles récemment formées présentent, au début de mai 1929, les symptômes indiqués plus haut (brunissement et panachure) et tombent. Les fleurs, qui apparaissent au début d'avril, restent presque toutes à l'état de boutons, sans pouvoir s'épanouir; elles tombent et l'extrémité des rameaux et des inflorescences se dessèche; seules quelques-unes s'ouvrent et donnent des fruits dont, en général, une seule graine se développe complètement. Ces symptômes traduisent un état de souffrance générale dont nous pensons avoir trouvé la cause.

Nos premières observations orientées dans la recherche d'un champignon parasite sont restées infructueuses, car nous n'avons pas retenu comme coupable un *Monilia* observé, pendant l'hiver 1928, sur les rameaux desséchés et qui serait un simple saprophyte. Par contre, de très nombreuses bactéries vivent dans les feuilles, les rameaux et même dans toutes les parties de la fleur, y compris l'ovaire et les étamines; elles pullulent dans les grains de pollen dont elles gênent et même empêchent la germination.

Frappés par la généralisation de cette infection bactérienne, car les bactéries existent jusqu'à la base des rameaux, loin des feuilles et, ayant déjà eu l'occasion d'en signaler un exemple ([1]), nous avons eu l'idée qu'elle pouvait provenir des racines. En effet l'appareil radiculaire présente un

([1]) G. Nicolas et M[lle] Aggéry, *Cerasus caroliniana* Michx., *nouvel exemple d'andromonœcie. Un type nouveau de maladie bactérienne* (*Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1693-1695).

aspect très particulier : les racines situées vers la surface du sol sont abondamment ramifiées, courtes, épaisses, rappelant un peu les racines coralloïdes; parmi les autres, les plus grosses portent des nodosités et des chancres, tandis que les radicelles, pourvues elles aussi de petites nodosités, sont excessivement ramifiées et l'extrémité des dernières ramifications est souvent renflée. Toutes ces racines, coralloïdes ou non, renferment des Bactéries dans tous les tissus, jusque dans les vaisseaux.

Leur présence n'y est pas normale. M. W. Smith, qui cultive *Stranvæsia Davidiana* depuis plusieurs années au jardin botanique d'Edimbourg (Écosse), a bien voulu, sur notre demande, en examiner les racines; il n'y a observé ni déformation coralloïde, ni nodosités, ni Bactéries. On peut donc admettre que celles-ci, saprophytes du sol, pénètrent dans les racines, gagnent par les vaisseaux du bois toute la partie aérienne de l'arbuste où elles provoquent les désordres indiqués plus haut.

Nous avons pu cultiver ces Bactéries, tant par prélèvements dans les racines que dans les feuilles, sur différents milieux (gélatine, gélose, G. S. P., Pomme de terre, Carotte, fond d'Artichaut). Sans nous arrêter à leur identification, ce qui nous paraît impossible du fait de leur polymorphisme, voici quelques-uns de leurs caractères morphologiques et physiologiques : ce sont de petites cellules isolées ou associées en chapelets de 2 à 4 ou même groupées 4 par 4, côte à côte; colorables par le violet de gentiane, elles liquéfient la gélatine en cylindre, ne verdissent pas immédiatement le fond d'artichaut, mais seulement au bout de 15 jours; elles prennent le Gram.

N'ayant à notre disposition qu'un seul *Stranvæsia* contaminé, il ne nous a pas été possible de tenter des infections expérimentales. Malgré ce défaut de preuve certaine, nous avons tout lieu de croire, du fait de la présence des Bactéries dans toutes les parties de l'arbuste, qu'elles sont réellement les responsables du mal.

Il est permis de se demander, d'après les deux types nouveaux d'affection bactérienne du *Cerasus caroliniana* et du *Stranvæsia Davidiana*, si certains cas de dépérissement des arbres fruitiers, attribués suivant les auteurs à des causes très variées, n'auraient pas une origine bactérienne. Les observations de M. L. Rives ([1]) sur l'Abricotier viendraient à l'appui de cette hypothèse.

([1]) L. Rives, *Sur les causes de dépérissement de l'Abricotier par apoplexie* (*C. R. Ac. Agriculture*, 15, 1929, p. 76-83).

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Sur le phénomène de modification de l'atteinte toxique des* Convoluta *en fonction de leur groupement.* Note de M. **J. André Thomas**, présentée par M. Desgrez.

Nous avons étudié antérieurement les modalités du phénomène de modification de l'atteinte toxique des *Convoluta Roscoffensis*, dont la survie, le comportement et les tropismes varient soit dans le sens de la protection, soit de la sensibilisation en fonction de leur groupement dans de petites quantités de solution de divers alcaloïdes à des concentrations variées (¹). Nous avons cherché depuis à préciser quelques-unes des conditions de ces expériences en faisant agir 2^{cm^3} d'une même solution d'éphédrine dans l'eau de mer respectivement sur un millier et une cinquantaine de *Convoluta Roscoffensis* en verres de montres semblables et couverts (²). Les *Convoluta*, même massés, ne peuvent pas, bien entendu, dans les conditions où nous nous sommes placé épuiser l'alcaloïde ou faire baisser sa concentration au-dessous de la dose toxique.

Ce phénomène ne dépend-il pas de la réaction ionique du milieu? Par exemple les *Convoluta* groupées en grand nombre ne diminuent-elles pas la toxicité de l'alcaloïde en acidifiant ce milieu? Mais, grâce à leurs algues vertes symbiotes, elles jouissent, à la lumière, de l'assimilation chlorophyllienne; elles tendent au contraire à alcaliniser le milieu, et d'autant plus qu'elles sont plus nombreuses et moins intoxiquées.

Dans l'éphédrine 10^{-3} (pH de l'eau de mer) les *Convoluta* perdent immédiatement leurs tropismes et sont progressivement intoxiquées jusqu'à la mort qui survient en 5 heures environ. Or le pH de la solution décroît de même progressivement de 8,2 à 7,3 environ. Les *Convoluta* éparses subissent la même intoxication mais vivent un peu plus longtemps (inversion de l'effet de groupement). Le pH reste voisin de 8. A 10^{-4}, les *Convoluta* groupées restent normales dans l'ensemble et peuvent survivre au moins 5 jours, le pH, comme celui des témoins d'ailleurs, atteint 8,5-8,8. Les *Convoluta* éparses, au contraire, perdent leurs réactions, sont très ralenties, contractées (pH 8-8,2).

(¹) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 195-197 et p. 347-349.

(²) Les résultats de l'intoxication par l'éphédrine sont un peu différents de ceux obtenus l'année dernière. Nous avions d'une part disposé autrement les réactions (petites boîtes de Pétri et verres de montres) pour rendre le phénomène plus apparent (rôle du rapport entre la masse d'individus et la quantité de solution). Nous nous sommes servi d'autre part de *Convoluta* d'un autre gisement : celui de la plage de Roscoff utilisé précédemment étant épuisé.

Mais elles réagissent, en général, contre l'intoxication, récupèrent progressivement leurs tropismes et redeviennent normales (2-5 heures, environ). Le pH est alors égal ou à peine supérieur à celui de l'eau de mer, tandis que celui des témoins atteint 8,5 et même 8,8. Toutefois, l'intoxication progressive reprend le 3e ou le 4e jour jusqu'a la mort avec abaissement corrélatif du pH A 10^{-5}, enfin, les *Convoluta* groupées ou éparses restent normales, le pH étant 8,5-8,8, et 8,3-8,5. Si l'on abaisse le pH de la solution d'éphédrine 10^{-4} à 7-7,3 par un peu d'acide chlorhydrique dans les verres où les *Convoluta* sont éparses, le phénomène est le même, mais la récupération des tropismes est plus tardive et cependant pas aussi complète. Le pH est, du reste, ramené en 1 heure environ à 8-8,2. A l'obscurité, le phénomène (évalué par la réaction au choc et le comportement) est encore sensiblement le même. Le pH des solutions où les *Convoluta* sont nombreuses est voisin de 7,2-7,4 (témoins et 10^{-4}), celui des solutions où elles sont éparses (témoins et 10^{-4}) est voisin de celui de l'eau de mer.

Si la réaction ionique du milieu peut expliquer le phénomène dans quelques cas simples, elle semble ici n'être surtout que le témoin de l'intoxication.

Divers auteurs ont pensé que des phénomènes de même nature pouvaient être produits par des substances que les organismes libéreraient dans le milieu (substance protectrices de A. Drzewina et Bohn, au moins comme première hypothèse, substance à effet allélocatalytique de Robertson, substances de Allee qui résisterait à l'ébullition, etc.).

Nous avons préparé un lysat de *Convoluta* (3^g,85 de *Convoluta* lysés 12 heures dans 30^{cm^3} d'eau distillée, passé sur papier-filtre, limpide, pH = 4,1) et un extrait (11^g,4 chauffés une demi-heure à 60° dans 100^{cm^3} d'eau de mer, visqueux, centrifugé 10 minutes électriquement, légèrement jaune vert, pH voisin). Nous avons ajouté III gouttes de lysat ou d'extrait dans les verres à *Convoluta* éparses, versant ou non III gouttes d'eau distillée dans les verres-témoins. On obtient de la sorte une légère survie à 10^{-3} (pH = 77,2) surtout avec le lysat, qu'il soit chauffé une demi-heure au bain-marie à ébullition ou non. A 10^{-4} avec le lysat, il y a retard de l'intoxication ou seulement récupération un peu plus rapide des réactions. Le phénomène n'est le plus souvent que décalé. Mais ce léger gain, plus ou moins marqué, est éphémère, l'intoxication reprenant définitivement, alors que les témoins sont encore subnormaux. Le pH est ramené, là encore, de 7-7,2 à 8-8,3; quelquefois en moins d'une heure. On introduit de même de faibles variations avec du lysat au pH de l'eau de mer ou chauffé. Les différences sont souvent plus faibles avec de l'extrait acide ou alcalin, ou chauffé, ou traité par le chloroforme, même si l'on ajoute à nouveau I goutte d'extrait au début de la reprise de l'intoxication. Toutefois si l'on emploie des substances non spécifiques, comme de l'hémostyl, de l'ascite, de l'extrait globulaire, etc., on ne fait guère qu'ajouter leur toxicité propre. Le phénomène n'est pas différent non plus à l'obscurité, la toxicité paraissant un peu plus considérable. Si, d'autre part, on décante la solution d'éphédrine 10^{-4} de verres ou un millier de *Convoluta* groupées est resté normal depuis deux ou trois jours et qu'on la fasse agir sur une trentaine de ces *mêmes Convoluta*,

toutes conditions étant égales, celles-ci ne tardent pas à être progressivemens intoxiquées, puis lysées, alors que le reste témoin groupé dans la même solution demeure normal.

Conclusions. — Dans les conditions où nous nous sommes placé, le toxique n'étant ni épuisé ni atténué, ce phénomène semble relativement indépendant de la réaction du milieu. L'action de substances extraites des *Convoluta* est faible, et ne provoque jamais de modifications comparables à celles créées par le groupement. Il semble qu'on ait surtout affaire à une action d'ordre physique activant ou non celle de substances spécifiques réactionnelles, pouvant agir peut-être dans ce cas particulier sur la perméabilité cellulaire.

MÉDECINE. — *La radiothérapie de l'aérophagie.*
Note (1) de M. **Jean Saidman**, présentée par M. d'Arsonval.

L'aérophagie est un syndrome généralement secondaire à des affections gastriques, intestinales ou vésiculaires. Son traitement habituel est celui de l'affection causale, avec en outre des calmants du système nerveux.

Le traitement médicamenteux n'étant pas toujours efficace, nous avons essayé la physiothérapie, en prenant comme base l'action analgésique de la radiothérapie sur certains plexus. On connaît déjà les effets signalés par Nemours-Auguste et Barrieu (2) avec l'irradiation des plexus cardio-aortiques dans l'angine de poitrine.

Nous avons fait des applications sur le plexus solaire et rapportons les résultats d'une expérience portant sur 11 cas où les traitements habituels s'étaient montrés inefficaces : 3 malades présentaient une dyspepsie hypersténique ; 2 une ptose (corrigée par la ceinture) ; 2 un ulcère pylorique (non opéré) et 4 malades, de la périviscérite du carrefour supérieur.

Nous avons essayé deux techniques :

1° L'une massive (avec 4 séances tous les deux jours) de rayons X émis sous une tension de 200 kilovolts et appliqués avec deux portes d'entrée, l'une abdominale au niveau de la région sensible, l'autre dorsale à la hauteur des trois premières vertèbres lombaires. L'énergie mesurée d'après les méthodes ionométriques correspond à 300 unités R par séance, à travers un filtre de $0^{mm},5$ de cuivre et de 2^{mm} d'aluminium.

2° Une autre technique a consisté en séances avec rayon X hebdomadaires,

(1) Séance du 18 novembre 1929.

(2) *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 184 et 543.

associées avec la d'Arsonvalisation. Celle-ci a été faite en utilisant, comme électrode abdominale, un ballon compresseur muni d'une feuille d'aluminium. Ce ballon a pour but de réduire l'épaisseur de l'abdomen, de façon à rapprocher le plus possible l'électrode du plexus. Les résultats de la d'Arsonvalisation ont été particulièrement heureux dans les formes accompagnées de périviscérite; dans les cas où il existait en outre de la ptose ou de la dyspepsie atonique, nous avons eu de meilleurs résultats avec l'irradiation de la paroi abdominale, avec l'arc polymétallique, les doses atteignant le double du seuil d'érythème de premier degré.

La technique polyradiothérapique est celle qui nous a donné les résultats les plus rapides. Parmi les 11 malades, 5 ont vu leurs crises disparaître complètement (depuis un an); 4 ont été considérablement améliorés, y compris les deux malades atteints d'ulcère; deux malades n'ont pas été influencés.

La d'Arsonvalisation et l'actinothérapie ont été très bien tolérées. Par contre, les rayons X ont été suivis 4 fois (sur 80 applications) d'un état nauséeux; 12 fois d'une asthénie le jour de la séance; deux fois d'une augmentation transitoire de la douleur. Ces réactions n'ont d'ailleurs pas empêché l'amélioration ultérieure.

La polyradiothérapie n'agit pas seulement d'une façon analgésique; on peut envisager un effet antisécrétoire, car nous avons observé radiologiquement la disparition du liquide d'hypersécrétion à jeun chez 3 malades traités.

M. **P. Wisniewski** adresse une Note intitulée *De l'influence des conditions externes sur la germination des turions du* Stratiotes aloides *L.*

A 15h50m, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Commission chargée de dresser une liste de candidats à la place de Membre non résidant vacante par le décès de M. *Ch. Depéret* présente, par l'organe de M. le Président, la liste suivante :

En première ligne	M. CHARLES NICOLLE.
En seconde ligne, ex æquo par ordre alphabétique	MM. CHARLES CAMICHEL, LUCIEN CUÉNOT, CAMILLE SAUVAGEAU, MAGNUS DE SPARRE.

Les titres de ces candidats sont discutés.
L'élection aura lieu en la prochaine séance.

La séance est levée à 16h30m.

E. P.

ERRATA.

(Séance du 14 octobre 1929.)

Note de M. *Vâlcovici*, Généralisation du théorème des moments des quantités de mouvement :

Page 564, ligne 24, *au lieu de* du système, *lire* du système rapporté à T_1.

(Séance du 28 octobre 1929.)

Note de M. *Vâlcovici*, Généralisation du théorème de l'énergie :

Page 679, ligne 14, *au lieu de* considéré (S), *lire* considéré (S) rapporté à T_1.

(Séance du 4 novembre 1929.)

Note de M. *Georges Valiron*, Sur les fonctions algébroïdes méromorphes :

Page 730, ligne 3 de la note (4), *au lieu de* relatif, *lire* relatifs.
Page 731, dans la formule de la ligne 19, *au lieu de* φ, *lire* ψ.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PENDANT L'ANNÉE 1928 (*suite*).

HARPENDEN. — *Rothamsted Memoirs on Agricultural Science.*

LONDON. — British Astronomical Association : *Handbook*, B 742; *Journal*, J 798; *List of members*, L 109 *bis*.

— Chemical Society : *Journal*, M 601.

— Department of Scientific and Industrial Research : *Special Report*, D 129.

— Geological Society : *Geological Literature*, G 244; *List of the Geological Society*, L 112'; *Quarterly Journal*, Q 11.

— Geological Survey of Nigeria : *Bulletin*, G 253.

— Institution of Mechanical Engineers : *Proceedings*, P 560.

— Mathematical Society : *Proceedings*, P 569.

— Meteorological Committee to the Air Council : *Annual Report*, A 1753'.

— Meteorological Office : *Annual Report; Geophysical Memoirs*, M 783; *Monthly weather Report*, M 781; *Observations year Book*, M 781.

— National physical Laboratory : *Collected Researches*, N 25; *Report for the Year*, N 26.

— Royal Astronomical Society : *Geophysical Supplement*, M 1257; *Monthly Notices*, M 1256.

— Royal Institute of British Architects : *Journal*, T 327.

— Royal Institution of Great Britain : *Proceedings*, N 258; *Records*.

— Royal Microscopical Society : *Journal*, T 361.

— Royal Society : *Philosophical Transactions*, P 225; *Proceedings*, A 72; *Year Book*, Y 20.

— Royal Society of Medicine : *Proceedings*, P 603.

— *Chemical News and Journal of Industrial Science*, C 311.

— *East Africa* E, 7'.

— *Geographical Journal*, G 231.

— *Nautical Almanach and astronomical Ephemeris*, N 73.

— *Quarterly Journal of Pharmacy.*

MANCHESTER. — Literary and Philosophical Society : *Memoirs*, M 627; *Proceedings*, M 627.

OXFORD. — Radcliffe Observatory : *Results of Meteorological Observations*, A 2458.

Grèce.

ATHÈNES. — Observatoire national d'Athènes : *Annales*, A 897.

— Société astronomique de Grèce : *Bulletin et revue populaire d'astronomie et de météorologie.*

— *Practica.*

Hongrie.

BUDAPEST. — *Akademiai Ertesitö*, A 319.

Italie.

ACIREALE. — Accademia degli Zelanti : *Rendiconti e memorie*, A 2573.
BOLOGNA. — *Folia clinica, chimica e microscopica*, L 49.
— *Giornale di bibliografia tecnica internazionale*, G 316[1].
— *Nuovo (il) cimento*, G 348.
— *Scientia*, R 1665.
CATANIA. — Reale Osservatorio astrofisico di Catania : *Annuario*; *Catalogo astrofotografico internazionale.*
FIRENZE. — Osservatorio Ximeniano dei Padri delle Scuole Pie : *Pubblicazioni.* P 785[1].
MILANO. — Istituto lombardo di scienze e lettere : *Rendiconti*, R 175.
— *Scienze sindacale*
MODENA. — Osservatorio geofisico della R. Universita : *Pubblicazioni*, P 783.
NAPOLI. — Accademia delle scienze fisiche e matematiche : *Atti*, A 2536; *Rendiconto*, R 332.
— Accademia delle scienze e belle arti : *Atti*, A 2548; *Rendiconto delle tornate e dei lavori.*
— *Archivio di scienze biologiche*, A 2236[1].
— *Bulletin volcanologique*, B 2542[2].
— *Rivista di neurologica*, P 760.
PALERMO. — Circolo matematico : *Rendiconti*, R 329.
PISA. — Reale Scuola d'ingegneria : *Publications.*
— Universita toscana : *Annali*, A 1149.
REGGIO. — R. Stazione sperimentale per l'industria delle essenze e dei derivati dagli agrumi : *Bollettino ufficiale*, B 659[1].
ROMA. — Institut international d'agriculture : *Revue internationale d'agriculture*, B 1902.
— Ministerio dell'arenautica aviazione civile e traffico aereo : *Annuario*, M 926[1].
— Pontificia Accademia delle scienze : *Atti*, A 2538; *Memorie*, M 708.
— Reale Accademia nazionale dei Lincei : *Atti*, A 2546; *Memorie*, A 2546; *Rendiconti*, A 2546.
— Reale ufficio centrale di meteorologia e geophisica italiano : *Annali*, A 1140; *Memorie*, M 702[1].
— Ufficio presagi : *Annali*, A 1140[1].
— *Annali idrologici.*
— *Catalogo astrografico sezione vaticana.*
— *Gazzetta ufficiale del regno d'Italia.*
— *Nuovi annali dell'agricoltura*, A 1131.
TORINO. — Reale Accademia delle scienze : *Atti*, A 2547.
VENEZIA. — Reale Istituto veneto di scienze lettere ed arti : *Atti*, A 2571; *Memorie*, M 706.
— Union géodésique et géophysique internationale. Section d'océanographie : *Bulletin*,

Latvie.

RIGA. — Latvijas Universitates meteorologiskà Instituta : *Darbi*, L 46 *bis*[1].
— Latvijas Universitates : *Raksti*, A 140[3].

Monaco.

MONACO. — Bureau hydrographique international : *Publication spéciale*.
— Institut océanographique : *Bulletin*, B 2015.
— *Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par Albert Ier prince souverain de Monaco.*
— *Revue hydrographique.*

Norvège.

BERGEN. — Museum : *Årbok*, B 118; *Aarsberetning*, B 118.
— *Norwegian north polar expedition with the « Maud ». Scientific results.*
OSLO. — Norske videnskaps-Akademi : *Forhandlinger i Videnskabs Selskabet i Oslo*, F 93.
— Norwegischer meteorologischer Institut : *Jahrbuch*, N 214.
— *Geofysiske Publikationer*, G 221 *bis*.
— *Norsk matematisk Forenings. Skrifter.*
— *Nordisk statistik tidsskrift.*

Pays-Bas.

AMSTERDAM. — Koninklijke Akademie : *Proceedings of the section of Sciences*, K 81 ; *Verhandelingen*, V 25.
— Nederlandsche botanische Vereeniging : *Nederlandsch Kruidkundig archief*, N 92.
DELFT. — Commission géodésique néerlandaise : *Travaux géodésiques exécutés aux Pays-Bas.*
GRONINGEN. — Kapteyn astronomical laboratory : *Publications*, P 849.
LEIDEN. — Physical laboratory of the University : *Communications*, C 616.
— Sterrewacht te Leiden : *Annalen*, A 784.
ROTTERDAM. — Bataafsch genootschap : *Nieuwe verhandelingen*, V 34.
'S GRAVENHAGE. — Institut international de statistique : *Bulletin*, B 1020.
— Koninklijke nederlandsch meteorologisch Institut : *Mededeelingen en verhandelingen.*
— Institut international de statistique. Office permanent de statistique : *Bulletin mensuel*, I 254.
— *Archives néerlandaises de physiologie de l'homme et des animaux*, A 2185.
— *Archives néerlandaises des sciences exactes et naturelles*, A 2185.
— *Annuaire statistique du royaume des Pays-Bas.*
— *Jaarciffers voor het Koniskkrijk der Nederlanden*, J 10[1].
— *Maandstatistiek van den in-uit en doorvoer*, M 2[1].
UTRECHT. — Physiologisches laboratorium der Rijksuniversiteit : *Onderzoekingen*, O 166.

Pologne.

CRACOVIE. — Académie polonaise des sciences et des lettres : *Bulletin international*, B 2196.
— Polska Akademja Umiejetnosci : *Prace i materialy antropologiczno-archeologicsne i etnograficzne*, M 127; *Prace komisji etnograficzne*; *Prace monograficzne komisji fizograficzne, Rozprawig, wydzialu matematyczno przyrodniczego*, R 1741; *Sprawozdania komisyi fisyograficznej*, S 567.
— Société géologique de Pologne : *Annales.*
LWOW.— Société polonaise des naturalistes « Kopernik » : *Kosmos*, K 89[1].
— Université Jean Casimir : *Chronique*, K 99[1].
POZNAN. — *Szkoly Akademickie.*
PULAWY. — Institut national polonais d'économie rurale à Pulawy : *Mémoires*, P 27[1].
VARSOVIE. — Astronomical Observatory of the Warsaw University : *Publications.*
— Institut Nencki : *Travaux.*
— Societas botanicorum Poloniæ : *Acta*, A 134[1].
Société des sciences et des lettres : *Archives de biologie*, A 1287[2]; *Comptes rendus des séances*, C 671.
— Université libre : *Bibliotheca universatis libræ polonæ*, B 281.
— Wolna wszechnica polska : *Sprawosdanie z dziatalnosciw roku akademickim.*
— *Poradnik dla samoukow botanika.*
— *Przeglad radjotechniczny.*
— *Sprawozdania i Prace.*

Portugal.

COIMBRA. — Universidade : *Boletim bibliográfico da biblioteca*, B 385 *bis*.
LISBOA. — Academia das sciencias : *Actas das assemblas gerais*, A 78[1].
— Société portugaise des sciences naturelles : *Bulletin*, B 1714.
PORTO. — Faculdade de sciencias : *Anais*, A 655[1].

Roumanie.

BUCAREST. — Académie roumaine : *Bulletin de la section scientifique*, B 1147.
— Société médicale des hôpitaux : *Bulletins et mémoires*, B 2170.
— Société roumaine des sciences : *Bulletin de chimie pure et appliquée; Bulletin mathématique; Statuts.*
JASSY. — Université : *Annales scientifiques*, A 1121.

(*A suivre.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 DÉCEMBRE 1929.

PRÉSIDENCE DE M. LOUIS MANGIN.

RENOUVELLEMENT ANNUEL

DU BUREAU ET DES COMMISSIONS ADMINISTRATIVES.

M. **P. Termier** est élu Vice-Président pour l'année 1930 par 44 suffrages. Il y a 1 bulletin blanc.

M. **P. Appell**, par 32 suffrages, et M. **E.-L. Bouvier**, par 36 suffrages, sont réélus membres des Commissions administratives.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Marées dynamiques d'un Océan compris entre deux parallèles. Loi de profondeur quelconque en latitude et longitude. Organisation des calculs.* Note de M. **Marcel Brillouin**.

9. Dans deux Notes précédentes ([1]) ([2]), j'ai commencé l'étude des marées dynamiques, sans la restriction de Laplace relative à la vitesse verticale des eaux océaniques. J'indiquerai sommairement dans la présente Note les premières étapes de la construction des formules adaptées au calcul.

10. La présence nécessaire du terme en $Y_k(\gamma\varpi)$ dans la formule principale (II)

$$\text{(II)} \qquad \mathfrak{L} = \sum_{k=0}^{\infty} e^{ik\alpha} \int_0^{\infty} e^{i\chi\gamma z}[F_k(\gamma)\,J_k(\gamma\varpi) + G_k(\gamma)\,Y_k(\gamma\varpi)]\,d\gamma$$

([1]) et ([2]) Voir les références page 958.

exige quelques précautions. J'ai déjà indiqué (§ 4) la restriction qui provient de ϖ, et l'exclusion nécessaire du voisinage des pôles, pour que Y_k soit fini dans tout le domaine océanique étudié. Pour que les intégrales en γ aient un sens et soient finies, il convient de prendre

$$F_k(\gamma)=e^{-\gamma l}\mathcal{F}_k(\gamma l), \qquad G_k(\gamma)=e^{-\gamma l}\mathcal{G}_k(\gamma l)(\gamma l)^k,$$

en désignant par $\mathcal{F}_k$, $\mathcal{G}_k$ des fonctions entières (ou des polynomes) *arbitraires* du nombre positif γl; l est une longueur choisie arbitrairement (par exemple, $l=R$). Je prendrai de même, dans l'expression du gonflement ε de la mer

$$A_Q(\gamma)=e^{-\gamma l}\mathcal{A}_Q(\gamma l), \qquad B_Q(\gamma)=e^{-\gamma l}\mathcal{B}_Q(\gamma l).$$

Ce sont les fonctions $\mathcal{F}_k$, $\mathcal{G}_k$, $\mathcal{A}_Q$, $\mathcal{B}_Q$, qu'il s'agit de déterminer, de manière à satisfaire à toutes les équations : fond, surface libre, continents.

11. Je transcris ces équations (corrigées) :

Fond des Océans :

$$h=\sum_{q=0}^{\infty} e^{iq\alpha}h_q(z) \qquad \text{(donnée)},$$

et la suite infinie des équations (III) ($Q=0, 1, 2, \ldots$) formées d'un

---

(1) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1637.

Errata :

§ 1.	Lignes 25 et 28 :	*au lieu de*	rV,	*lire*	$r^{-1}V(\ldots)$.
§ 2.	Ligne 9 :	»	Ar,	»	Ar^{-1}.
»	» 20 :	»	$A=\frac{1}{R}$,	»	$A=R$.
»	» 21 :	»	$\frac{r}{R}\cos\ldots$,	»	$\frac{R}{r}\cos\ldots$.

» Lignes 26 et 32, remplacer les signes — dans le crochet par des signes +.

§ 3, à la fin. Même correction dans l'équation qui donne η.

(2) *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 5.

Errata :

§ 2. Ligne 10 : *au lieu de* négatif, *lire* positif.

§ 5. Formule [5(Z)] et suivante (N), *lire*

$$Z_{k,Q-k}=e^{i\chi\gamma z}\left\{\begin{aligned}&Rh_q\Big[-\vartheta^2\gamma^2\varpi_0^2J''_k-\gamma\varpi_0J'_k\Big(3\theta^2+2\omega\theta Q-i\frac{\theta^2\gamma z}{X}\Big)\\&\qquad-J_k\Big(4\omega\theta k+\vartheta^2kq-2i\frac{\theta^2\gamma z}{\chi}\Big)\Big]-R\frac{\partial h_q}{\partial z}\,i\frac{\theta^2\gamma}{\chi}\varpi_0^2\end{aligned}\right.$$

et

$$N_Q=e^{i\chi\gamma z}\Big[\vartheta^2\gamma\varpi_0^3J'_Q+J_Q\Big(2\omega\vartheta Q\varpi_0^2-i\frac{\theta^2\gamma z}{\chi}\varpi_0^2\Big)\Big].$$

nombre de termes qui croît avec le rang,

$$\text{(III)} \qquad \sum_{k=0}^{k=Q} \int_0^\infty [\mathcal{F}_k(\gamma l) Z_{k,Q-k} + \mathcal{G}_k(\gamma l)(\gamma l)^k \mathcal{Z}_{k,Q-k}] e^{-\gamma l} d\gamma = 0.$$

On commencera par la plus simple, qui contient des termes d'un seul rang Q.

Surface libre des Océans :

$$\text{(IX)} \quad 0 = \int_0^\infty e^{i\chi\gamma z} [\mathcal{F}_Q N_Q + \mathcal{G}_Q . (\gamma l)^Q \mathfrak{N}_Q] e^{-\gamma l} d\gamma + \frac{4\omega^2 - \theta^2}{4\pi G \rho_{aq} R} \theta^2 \int_0^\infty [\mathfrak{A}_Q e^{\gamma z} M_Q(\gamma, z) + \mathfrak{B}_Q e^{-\gamma z} M_Q(\gamma, -z)] e^{-\gamma l} d\gamma$$

et

$$\text{(VIII)} \quad \mathfrak{T}_Q^e(z, \varpi_0) = \int_0^\infty e^{i\chi\gamma z} [\mathcal{F}_Q J_Q(\gamma\varpi_0) + \mathcal{G}_Q . (\gamma l)^Q Y_Q(\gamma\varpi_0)] e^{-\gamma l} d\gamma - \int_0^\infty [e^{\gamma z} \mathfrak{A}_Q + e^{-\gamma z} \mathfrak{B}_Q] J_Q(\gamma\varpi_0) e^{-\gamma l} d\gamma + \frac{g}{4\pi G \rho_{aq} R} \int_0^\infty [\mathfrak{A}_Q e^{\gamma z} M_Q(\gamma, z) + \mathfrak{B}_Q e^{-\gamma z} M_Q(\gamma, -z)] e^{-\gamma l} d\gamma.$$

Le potentiel perturbateur donné est

$$\mathfrak{T}^e = \sum_Q \mathfrak{T}_Q^e(z, \varpi) e^{iQ\alpha};$$

il ne contient en réalité que le terme $Q = 2$. Pour $Q = 0, 1, 3, 4, \ldots$ le premier membre de l'équation (VIII) est nul.

Calottes polaires et continents :

$$\text{(VII)} \qquad 0 = \int_0^\infty [\mathfrak{A}_Q e^{\gamma z} M_Q(\gamma, z) + \mathfrak{B}_Q e^{-\gamma z} M_Q(\gamma, -z)] e^{-\gamma l} d\gamma$$

avec

$$\text{(VI)}' \qquad M_Q(\gamma, z) = (1 + 2\gamma z) J_Q(\gamma\varpi_0) + 2\gamma\varpi_0 J'_Q(\gamma\varpi_0).$$

Toutes ces équations se rapportent à la surface de référence $R(\varpi_0^2 = R^2 - z^2)$.

12. Les fonctions $\mathcal{F}$, $\mathcal{G}$ déterminent complètement le potentiel total $\mathfrak{T}$ (éq. II) dans tout l'intérieur de l'Océan, et par conséquent la pression p et les *trois* composantes u, v, w de la vitesse.

Les fonctions $\mathfrak{A}$, $\mathfrak{B}$, déterminent le gonflement ε au-dessus de la surface de référence R (nul sur les continents).

Le long des rivages, définis par $h = 0$ avec h positif du côté de l'Océan, le gonflement n'est pas nécessairement nul; sa valeur positive ou négative détermine l'invasion ou le retrait de la mer par une équation, facile à écrire, qui n'intervient pas dans la recherche des fonctions essentielles $\mathcal{F}$, $\mathcal{G}$, $\mathcal{A}$, $\mathcal{B}$.

13. Une des équations (III) se rapporte au domaine continental D_1, les autres au domaine océanique D_2. Je vais me débarrasser séparément de ce qui concerne le domaine D_1 par une méthode déjà indiquée en 1928 (*Comptes rendus*, 186, p. 1665).

Pour cela, je pose

$$\mathcal{A}_Q(\gamma l) + \sum_{S=0}^{\infty} \alpha_Q^S a_Q^S(\gamma l) \tag{X}$$

et je prends pour déterminer les fonctions $a_Q^S(\gamma l)$ l'équation

$$\int_0^{\infty} a_Q^S(\gamma l) e^{\gamma z} M_Q(\gamma, z) e^{-\gamma l} d\gamma = \begin{cases} 0 & (D_1), \\ \Phi_Q^S(z) & (D_2), \end{cases} \tag{XI}$$

en choisissant pour les Φ_Q^S une suite, fermée sur la sphère entière, de fonctions connues, par exemple les fonctions tessérales T_S^Q ($S = Q, Q+1, \ldots$) de $\frac{z}{R}$.

Ces équations (XI) déterminent entièrement les $a_Q^S(\gamma l)$.

Toute fonction formée avec les $\mathcal{A}_Q$, équation (X), où les coefficients α_Q^S sont encore arbitraires, satisfait identiquement aux conditions continentales (III).

Je détermine de même les $\mathcal{B}_Q$ par une somme $\beta_Q^S b_Q^S(\gamma l)$.

Portant ces développements de $\mathcal{A}$ et $\mathcal{B}$ dans les équations du domaine océanique D_2, les inconnues sont maintenant les fonctions $\mathcal{F}(\gamma l)$, $\mathcal{G}(\gamma l)$ et les coefficients α_Q^S, β_Q^S.

Je montrerai dans une prochaine Note comment on peut construire méthodiquement toutes ces fonctions, de manière à satisfaire aux équations intégrales (III), (VIII), (IX), qui ne concernent plus que le domaine océanique D_2.

CHIMIE PHYSIQUE. — *La corrosion des aciers cémentés ou nitrurés.* Note de MM. **Léon Guillet** et **Marcel Ballay**.

Dans cette étude, nous nous sommes proposé de comparer la résistance à la corrosion d'aciers recuits ou durcis superficiellement par cémentation et trempe ou par nitruration, c'est-à-dire par chauffage à 500° dans un courant de gaz ammoniac. Nos essais ont porté sur six aciers différents dont les compositions et les traitements sont donnés dans le tableau ci-après; les deux premiers sont des aciers au chrome et à l'aluminium acquérant une grande dureté superficielle par nitruration; les quatre autres sont des aciers de cémentation pouvant être durcis superficiellement par cémentation et trempe mais que nous avons étudiés également après nitruration.

Marques des échantillons.	Composition chimique.							Dureté Brinell, bille de 5mm, pression 500kg (sous couche).
	C.	Si.	Mn.	Ni.	Cr.	Mo.	Al.	
1A	0,27	0,37	0,59	-	1,65	0,26	1,02	233
1C	»	»	»	-	»	»	»	223
2B	0,24	0,53	0,60	1,62	1,98	0,34	1,30	241
2D	»	»	»	»	»	»	»	301
3E	0,07	0,105	0,18	-	-	-	-	135
F	»	»	»	-	-	-	-	180
G	»	»	»	-	-	-	-	128
4H	0,065	0,13	0,335	2,08	0,10	-	-	134
I	»	»	»	»	»	-	-	194
J	»	»	»	»	»	-	-	137
5K	0,09	0,15	0,30	3,17	0,55	-	-	188
L	»	»	»	»	»	-	-	383
M	»	»	»	»	»	-	-	175
6N	0,09	0,13	0,42	4,08	0,91	0,32	-	247
O	»	»	»	»	»	»	-	371
P	»	»	»	»	»	»	-	277

Traitement. — 1A. Trempé à l'huile à 900°. Revenu à 700°. — 1C. Trempé à l'huile à 900°. Revenu à 700°, puis nitruré.

2B. Trempé à l'huile à 900°. Revenu à 700°. — 2D. Trempé à l'huile à 900°. Revenu à 700°, puis nitruré.

3E. Recuit à 750°-800°. — F. Cémenté à $\frac{10}{10}$ de millimètre de profondeur, trempé à l'eau à 850°. — G. Nitruré durant 80 heures à 500°.

4H. Recuit à 750°-800°. — I. Cémenté à $\frac{10}{10}$ de millimètre de profondeur, trempé à l'eau à 850°. — J. Nitruré durant 80 heures à 500°.

5K. Recuit à 750°-800°. — L. Cémenté à $\frac{10}{10}$ de millimètre de profondeur, trempé à l'huile à 875°. — M. Nitruré durant 80 heures à 500°.

6N. Recuit à 750°-800°. — O. Cémenté à $\frac{10}{10}$ de millimètre de profondeur, trempé à l'huile à 875°. — P. Nitruré durant 80 heures à 500°.

Des cylindres de 14^{mm} de diamètre et 75^{mm} de longueur, soigneusement nettoyés à la toile émeri avant l'essai. ont été soumis à l'action des réactifs ci-après : solution d'acide sulfurique à 5 pour 100 en volume, solution d'acide chlorhydrique de $d = 1,18$ à 5 pour 100 en volume, eau de mer naturelle, eau de mer naturelle additionnée de 5 pour 100 d'eau oxygénée à 12 volumes, eau de Seine, brouillard d'eau salée à 28 pour 100 de NaCl, solution de NaOH à 7 pour 100, solution de SO^4Cu à 7 pour 100.

Les résultats obtenus, dont quelques-uns sont rassemblés dans le tableau ci-dessous, permettent de tirer les conclusions suivantes :

Les aciers nitrurés sont nettement plus corrodables par les solutions d'acide sulfurique et d'acide chlorhydrique que les aciers n'ayant pas subi le traitement de nitruration. Il y a cependant exception pour l'acier n° 6 contenant 4,08 ponr 100 de nickel et 0,91 pour 100 de chrome, beaucoup moins attaquable par les solutions d'acide sulfurique après nitruration qu'à l'état recuit. Les aciers cémentés et trempés se corrodent sensiblement autant que les aciers au chrome-aluminium nitrurés.

Dans l'eau de mer additionnée d'eau oxygénée ou dans le brouillard salin, c'est-à-dire soumis à l'action du chlorure de sodium en milieu oxydant, les aciers nitrurés se corrodent moins que les aciers recuits ou les aciers cémentés et trempés. L'amélioration apportée par la nitruration est très marquée pour les aciers au chrome et à l'aluminium. Dans l'eau de mer en l'absence d'oxydant, les résultats ont été irréguliers.

		Perte de poids totale en grammes.					
Marques des échantillons.	Traitement.	SO^4H^2 5 % 24 heures.	HCl 5 % 9 jours.	Eau de mer + 5 % sol. de H^2O^2 46 jours.	Brouillard salin (NaCl 20 %) 18 jours.	SO^4Cu 10 % 43 heures.	Eau de Seine 60 jours.
1 A.	Trempé et revenu	0,684	0,249	0,355	0,171	9,288	0,201
1 C.	Trempé, revenu, nitruré	3,070	4,497	0,159	0,0780	0,2435	0,052
2 B.	Trempé et revenu	1,663	0,1277	0,3754	0,147	8,376	0,144
2 D.	Trempé, revenu, nitruré	2,814	3,5915	0,2695	0,0865	0,340	0,035
3 E.	Recuit	0,0725	0,2175	0,4115	0,1885	9,8485	0,360
F.	Cémenté et trempé	1,939	2,368	0,4095	0,207	10,7295	0,343
G.	Nitruré	2,854	7,420	0,2850	0,144	0,056	0,178
4 H.	Recuit	0,2625	1,0285	0,4165	0,186	10,601	0,321
I.	Cémenté et trempé	"	"	0,378	0,216	10,308	0,316
J.	Nitruré	0,540	1,2345	0,380	0,103	0,0808	0,0075
5 K.	Recuit	0,2645	0,390	0,4295	0,186	10,730	0,321
L.	Cémenté et trempé	1,311	0,821	0,398	0,203	11,207	0,272
M.	Nitruré	0,940	0,600	0,304	0,1375	0,525	0,307
6 N.	Recuit	1,2355	0,2215	0,4395	0,180	10,997	0,256
O.	Cémenté et trempé	4,885	2,1295	0,3680	0,178	11,1305	0,250
P.	Nitruré	0,541	0,3615	0,306	0,1175	1,516	0,017

Dans l'eau de Seine, à part une exception, les échantillons nitrurés sont de beaucoup les moins corrodés; les aciers au chrome et à l'aluminium, l'acier à 2 pour 100 de nickel et l'acier à 4,08 pour 100 de nickel et 0,90 pour 100 de chrome sont peu attaqués.

Les résultats les plus remarquables ont été obtenus dans la solution de sulfate de cuivre. Hengstenberg (¹) a déjà signalé que les aciers au chrome-aluminium spécialement utilisés pour la nitruration étaient très peu attaqués par les solutions de sulfate de cuivre après nitruration alors qu'ils se dissolvaient facilement lorsqu'ils n'étaient pas nitrurés. Nos expériences montrent que le fait n'est pas particulier aux aciers durcissant fortement par nitruration mais se produit également avec les aciers de cémentation au carbone, au nickel et au nickel-chrome.

M. **H. Douvillé** fait hommage à l'Académie de la Notice nécrologique qu'il a consacrée à *Jacques de Morgan*.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre non résidant en remplacement de M. *Ch. Depéret* décédé.

Le nombre de votants étant 50,

M. Charles Nicolle	obtient..........	26	suffrages
M. Camille Sauvageau	»	14	»
M. Charles Camichel	»	7	»
M. Magnus de Sparre	»	3	»

M. **Charles Nicolle**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Son élection sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

(¹) *Kruppsche Monatshefte*, 9, juillet 1928, p. 93.

PLIS CACHETÉS.

M. **Louis-Jules Martin** demande l'ouverture de deux plis cachetés, l'un reçu dans la séance du 5 octobre 1925 et inscrit sous le n° 9583, le second reçu dans la séance du 12 octobre 1925 et inscrit sous le n° 9585.

Ces plis, ouverts en séance par M. le Président, contiennent, le premier une Note intitulée *Signalisation en général*, le second une Note intitulée *Grand tunnel sous Paris*.

(Renvoi aux sections de Mécanique et de Physique.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Le Opere di* Alessandro Volta. Edizione nazionale. Volume settimo.
2° Jac. Berzelius. *Levnadsteckning* av H. G. Söderbaum.

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — *Sur les surfaces projectivement déformables qui admettent un groupe de* ∞^1 *transformations projectives en elles-mêmes*. Note (1) de M. **O. Borůvka**.

1. On peut se proposer la question de la recherche des surfaces non réglées qui admettent un groupe de ∞^1 déformations projectives en elles-mêmes et sont en même temps projectivement déformables sur d'autres surfaces. Cette question ne paraît pas difficile à résoudre dans le cas où les déformations projectives de la surface en elle-même sont des déformations projectives proprement dites; en effet, comme on connaît explicitement les invariants projectifs de toutes les surfaces qui admettent ∞^1 déformations

(1) Séance du 25 novembre 1929.

projectives (proprement dites) en elles-mêmes, on n'a qu'à exprimer, dans chaque cas, la condition de déformabilité. Le cas où les déformations projectives de la surface en elle-même se réduisent aux transformations projectives mérite une considération particulière. Je me suis occupé de cette question et je me permets de la traiter dans cette Note. J'y utilise les notations du Mémoire de M. Cartan (*Annales de l'École Normale*, 1920).

2. Soit (S) une surface non réglée admettant un groupe de ∞^1 transformations projectives en elle-même. Il résulte de la théorie générale de M. Cartan que : 1° on peut choisir sur (S) les variables indépendantes x, y de manière que, avec le choix du repère mobile considéré dans le Mémoire cité, les formes ω_1, ω_2 aient la forme

$$\omega_1 = \frac{dx}{F(x+y)}, \qquad \omega_2 = \frac{dy}{\Phi(x+y)},$$

les fonctions F, Φ ne dépendant que de $x+y$; 2° avec ces variables, les invariants fondamentaux α, β, α_1, α_2, λ, ρ ne dépendent que de $x+y$. Supposons (S) projectivement déformable. Il existe alors deux fonctions u, v non toutes nulles telles que $\sqrt{u}\,\omega_1$, $\sqrt{v}\,\omega_2$ et même si $uv \neq 0$, $\sqrt{\frac{v}{u}}\,\omega_1 + \sqrt{\frac{u}{v}}\,\omega_2$ sont des différentielles exactes et il est facile de voir que le rapport de u, v ne dépend que de $x+y$. $\sqrt{u}\,\omega_1$ et $\sqrt{v}\,\omega_2$ étant des différentielles exactes, on a $\sqrt{u} = \sqrt{X}F$, $\sqrt{v} = \sqrt{Y}\Phi$, X et Y étant des fonctions de x et y respectivement et de plus, comme le rapport de u à v ne dépend que de $x+y$, deux cas seulement sont possibles :

1° $\sqrt{X} = ae^{mx}$, $\sqrt{Y} = be^{-my}$ (a, b, m constantes, $ab \neq 0$);

2° Une (et une seule) des fonctions X, Y s'annule identiquement.

Pour la commodité du raisonnement suivant, il paraît utile d'introduire les deux quantités $\bar\beta = \frac{\Phi}{F^2}$, $\bar\gamma = \frac{F}{\Phi^2}$.

Premier cas. — Dans ce cas là, $\sqrt{\frac{v}{u}}\,\omega_1 + \sqrt{\frac{u}{v}}\,\omega_2$ étant une différentielle exacte, $\bar\beta$ et $\bar\gamma$ sont de la forme $\bar\beta = \frac{a}{b} e^{m(x+y)} (H - c)$; $\bar\gamma = \frac{b}{a} e^{-m(x+y)} (H + c)$, H étant fonction de $x+y$ et c une constante. Les invariants α, β, α_1, α_2 étant déterminés par $\bar\beta$, $\bar\gamma$, les conditions d'intégrabilité du système d'équations différentielles qui définit les surfaces correspondantes, déterminent les deux autres invariants λ et ρ, chacun à une constante arbitraire près, et donnent encore précisément une relation pour la fonction H.

Si $m \neq 0$, il est commode d'introduire une fonction $\bar H$ par l'équation

$\overline{H}' = H^2$. Ensuite la relation en question est une relation différentielle du quatrième ordre pour la fonction $\overline{H}$. *Les surfaces correspondantes existent et dépendent de constantes arbitraires.*

Si $m = 0$, deux cas sont à distinguer : $a^2 \neq b^2$ ou bien $a^2 = b^2$.

a. Si l'on a $a^2 \neq b^2$, la relation qui détermine la fonction H est de la forme $H'^2 = H^4 + pH^2 + qH + r$, p, q, r étant des constantes arbitraires; donc *les surfaces en question existent et dépendent encore de constantes arbitraires.*

b. Si l'on a $a^2 = b^2$, la relation pour la fonction H est vérifiée identiquement, au moins si les deux constantes arbitraires que font intervenir les invariants λ, ρ sont égales (si elles sont distinctes on a $H' = 0$). Alors *les surfaces correspondantes dépendent d'une fonction arbitraire d'un argument. Si* $c = 0$, *on a soit les surfaces générales de révolution, soit les surfaces* $Z = Y^2 + F(X)$. *Si* $c \neq 0$, *on a les surfaces*

$$Z = \log Y + F(X); \qquad Z = Y^\alpha F\left(\frac{X}{Z}\right); \qquad Z = e^Y F\left(\frac{X}{Z}\right),$$

X, Y, Z étant des coordonnées cartésiennes, α ($\neq 0$) une constante arbitraire.

Deuxième cas. — Dans ce cas-là, les surfaces correspondantes sont R_0. Si par exemple $Y = 0$, on peut supposer $\overline{\gamma} = 1$. Les conditions d'intégrabilité correspondantes déterminent les invariants fondamentaux des surfaces considérées et donnent encore précisément une relation pour la fonction $\overline{\beta}$, cette relation étant de la forme $\overline{\beta}^{2'} = 2\overline{\beta}^3 + p\overline{\beta}^2 + q\overline{\beta} + r$, p, q, r étant des constantes. *Les surfaces correspondantes dépendent des constantes arbitraires.*

3. Toutes les surfaces considérées au n° 2 (*b*) font partie d'une famille plus étendue de surfaces, déterminée par M. Cartan [1] jouissant de la propriété que la deuxième surface focale de la congruence de tangentes à l'une des familles du réseau conjugué de déformation projective se réduit à une courbe (nécessairement une droite). Quant aux surfaces de révolution, elles jouissent, au point de vue projectif, encore d'une autre propriété intéressante : Sur chaque surface de révolution le réseau conjugué de déformation projective est formé par les lignes de Darboux-Segré, et inversement chaque surface sur laquelle le réseau conjugué est formé par les lignes de Darboux-Segré est soit une surface de révolution, soit une surface projectivement applicable sur une surface de révolution [2].

---

(1) Dans son cours à la Sorbonne en 1927-1928.

(2) Voir à ce sujet mon article *Sur les surfaces dont le réseau conjugué de déformation projective est formé par les lignes de Segré-Darboux* (*Bull. Sc. math.*, 53, 1929, p. 307).

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Sur un critère de stabilité.* Note de M. **Fatou**, présentée par M. Goursat [1].

On sait que l'équation différentielle linéaire

(1) $$x'' + A(t)x = 0,$$

où $A(t)$ désigne une fonction positive et bornée :

(2) $$a^2 \leqq A(t) \leqq b^2,$$

a toutes ses intégrales oscillantes, l'intervalle de deux racines consécutives étant toujours comprise entre $\frac{\pi}{a}$ et $\frac{\pi}{b}$. Dans tous les exemples connus, ces solutions sont stables, ce qui revient à dire que la quantité $x^2 + x'^2$ n'admet que des limites d'indétermination finies et positives quand le temps t tend vers $\pm\infty$. C'est là un fait général dont nous allons indiquer rapidement la démonstration. Pour cela nous décomposerons x en un produit de deux facteurs :

(3) $$x = \rho \cos\varphi,$$

mettant ainsi en évidence l'amplitude et la phase des oscillations. Cette décomposition qui peut se faire d'une infinité de manières n'a de signification intéressante que si ρ garde un signe constant, ne devenant jamais nulle, infinie ou indéterminée quand t varie de $-\infty$ à $+\infty$, et si φ croît constamment, en moyenne proportionnellement au temps ; il faut en outre que ρ et φ vérifient des équations différentielles aussi simples que possible. Il est aisé de vérifier que si l'on prend pour ρ une intégrale particulière quelconque de l'équation

(4) $$\rho'' = \frac{c^2}{\rho^3} - A(t)\rho,$$

et si l'on pose

(5) $$\varphi = \int_{t_0}^{t} \frac{c\,dt}{\rho^2} \qquad (c \text{ constante} > 0),$$

l'intégrale générale de (1) sera, en appelant C et φ_0 des constantes arbitraires :

$$x = C\rho\cos(\varphi_0 + \varphi)$$

---

[1] Note posthume trouvée dans les papiers de M. Fatou.

On démontre que ρ satisfait aux conditions requises; c'est une fonction positive (par exemple), et finie dans l'intervalle $(-\infty, +\infty)$.

Si ρ est monotone pour $t > t_0$, ses limites d'indétermination sont finies et positives et l'on satisfait ainsi à toutes les conditions du problème.

Supposons que ρ admette une infinité de maxima et de minima. Dans l'intervalle compris entre deux valeurs stationnaires consécutives on obtient en appliquant à (4) le théorème des forces vives

$$(6) \qquad \rho'^2 + \left(\Theta - \frac{c^2}{\rho^2 \rho_1^2}\right)(\rho_1^2 - \rho^2) = 0,$$

ρ_1 étant le maximum de ρ, Θ une valeur moyenne de $A(t)$ dans l'intervalle (t_1, t). On déduit de là que si ρ_2 est le minimum de ρ correspondant à l'autre extrémité t_2 du premier intervalle on a

$$\frac{c}{b} < \rho_1 \rho_2 < \frac{c}{a},$$

de sorte que ρ_1 est infiniment grand si ρ_2 est infiniment petit et réciproquement. Supposons qu'il en soit ainsi et soit r une valeur positive constante comprise entre ρ_1 et ρ_2, ou même infiniment petite avec $\frac{1}{\rho_1}$ mais au moins égale par exemple à $\frac{1}{\sqrt{\rho_1}}$. Des calculs d'approximation faciles montrent que si ρ_1 est très grand, l'intervalle de temps $\tau - t_1$, dans lequel ρ varie de ρ_1 à r, est inférieur à

$$\frac{\pi}{2a},$$

tandis que la variation de φ dans le même intervalle est supérieure à

$$\frac{k}{r}$$

en prenant par exemple $k = \frac{c}{2b}$. En prenant $r = \frac{1}{\sqrt{\rho_1}}$ on voit que, cette dernière variation devenant très grande, il y aurait un nombre croissant de zéros de φ ou de x dans un intervalle de longueur bornée, contrairement au principe rappelé au début de cette Note. On conclut de là que si ρ est une fonction oscillante, ses limites d'indétermination sont finies et positives et que dans tous les cas les fonctions ρ et φ satisfont aux conditions voulues; l'équation (1) n'admettant donc que des solutions stables et jamais asymptotiques à zéro, pourvu que les conditions (2) soient vérifiées.

Il s'ensuit, en particulier, que l'équation de Gylden

$$x'' + x(q^2 + q_1 \cos 2t) = 0$$

a ses exposants caractéristiques purement imaginaires (ou égaux à ± 1) lorsqu'on a

$$|q_1| < q^2.$$

Comme autre application supposons que l'un des paramètres $x, y, z, \ldots$ définissant un système en mouvement vérifie l'équation

$$\frac{d^2x}{dt^2} + x\mathrm{H}(x, y, z, \ldots) = 0$$

et qu'en vertu des intégrales premières on sache qu'au cours du mouvement la fonction H reste comprise entre a^2 et b^2; il en résulte que $x^2 + \left(\frac{dx}{dt}\right)^2$ ne tendra jamais vers zéro. En se reportant à ma Note antérieure, on voit que, si dans l'étude du mouvement d'un satellite on ne conserve comme force perturbatrice que celle provenant de l'aplatissement, l'inclinaison de l'orbite osculatrice ne tendra jamais vers zéro, si le satellite ne se déplace pas constamment dans le plan de l'équateur.

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur l'application d'une formule généralisant l'intégrale de Cauchy à une question d'hydrodynamique.* Note de M. **Nicolas Théodoresco**, présentée par M. L. Lecornu.

I. Le Mémoire de A. Korn *Sur l'équilibre des plaques élastiques* ([1]) traite aussi l'intégration des équations du mouvement stationnaire d'un liquide doué de frottement.

Je me propose de reprendre la question par une voie que j'ai déjà suivie pour l'intégration des équations de l'élasticité plane ([2]).

Le problème consiste en l'intégration du système

$$(1) \qquad \begin{cases} k\,\Delta u = \dfrac{\partial p}{\partial x} - \mathrm{X}, \\ k\,\Delta v = \dfrac{\partial p}{\partial y} - \mathrm{Y}, \\ \dfrac{\partial u}{\partial x} + \dfrac{\partial v}{\partial y} = 0, \end{cases}$$

([1]) *Annales de l'École Normale*, 3e série, 25, 1908, p. 529.

([2]) Voir *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 565.

à l'intérieur d'un domaine simplement connexe σ avec les données sur le contour $u = u_0$, $v = v_0$. La méthode que j'emploie exige la connaissance de p sur le contour, au lieu d'une quelconque des vitesses u, v.

Les fonctions X, Y sont données et continues dans le domaine σ, p_0, v_0 par exemple, continues sur σ.

II. Introduisons la fonction

$$q = k\left(\frac{\partial u}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial x}\right).$$

En écrivant

$$\Delta u = \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\partial u}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial x}\right) = \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{q}{k}\right),$$
$$\Delta v = \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y}\right) = -\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{q}{k}\right),$$

le système nous conduit à

$$(2) \qquad \left\{\begin{aligned} &\frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial y} = \mathrm{X}; \\ &\frac{\partial p}{\partial y} + \frac{\partial q}{\partial x} = \mathrm{Y}; \end{aligned}\right.$$

$$(3) \qquad \left\{\begin{aligned} &\frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{q}{k}, \\ &\frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial u}{\partial x} = 0. \end{aligned}\right.$$

Or le premier montre que la fonction $f = p + iq$ de variable complexe $z = x + iy$ a pour dérivée aréolaire la fonction $\frac{1}{2}(\mathrm{X} + i\mathrm{Y})$. En appliquant alors la formule de M. D. Pompeiu ([1]) (utilisée déjà dans la Note précitée), on trouve :

$$f(z) = \frac{1}{2i\pi}\int_\sigma \frac{f(u)}{u - z}\,du - \frac{1}{2\pi}\int_\omega \frac{\mathrm{X} + i\mathrm{Y}}{v - z}\,d\omega.$$

u désignant un point du contour σ, v un point à l'intérieur du domaine, qui le décrit entièrement.

Si l'on connait sur σ les valeurs de $p + iq$, ou même de p, comme dans le cas d'une fonction holomorphe, alors $f(z)$ est déterminée (à une constante près) dans tout le domaine ω; donc il en sera de même avec p et q.

Maintenant on peut passer au système (3), qui est de la même forme

([1]) Donnée pour la première fois dans un Mémoire publié dans les *Rendiconti del Circolo Mat. di Palermo*, 33, 1912, p. 108, 112. Voir aussi *ibid.*, 35, 1913, p. 277.

que (2) et qui détermine la fonction $\varphi = v + iu$, dont la dérivée aréolaire est $-\frac{q}{2k}$. Explicitement :

$$\varphi(z) = \frac{1}{2i\pi}\int_0 \frac{\varphi(u)}{u-z}\,du + \frac{1}{2\pi}\int\int_\omega \frac{\frac{q}{k}}{v-z}\,d\omega.$$

La connaissance des valeurs de φ sur σ, ce qui revient comme dans le cas précédent, à donner u_0 ou v_0 seulement, est suffisante pour la détermination (à une constante près) de cette fonction dans le domaine ω.

On trouve ainsi u, v, p. Le problème admet donc une solution, en supposant, comme il est facile de le voir, $k \not\equiv 0$.

Est-elle unique ?

III Pour établir cette proposition, on fait appel au cas où $X \equiv 0$, $Y \equiv 0$ en ω, et $p_0 = 0$, $V_0 = 0$, par exemple, sur σ.

En cette situation, le système (2) montre que la fonction $f = p + iq$ est holomorphe, et comme $p = 0$ sur le contour, $f \equiv 0$. Donc $p \equiv 0$, $q \equiv 0$.

En passant au système (3), on voit aussi que la fonction $\varphi = v + iu$ est holomorphe.

Mais, comme $v = 0$ sur le contour, il en résulte que $\varphi \equiv 0$ dans tout le domaine ω, ce qui montre enfin que $u \equiv 0$, $v \equiv 0$.

Ce problème préliminaire assure l'unicité dans le cas général.

Supposons en effet l'existence d'une autre solution u_1, v_1, p_1. Les fonctions

$$P = p - p_1, \quad U = u - u_1, \quad V = v - v_1$$

satisfont à un système de la forme

$$K\,\Delta U = \frac{\partial P}{\partial x}, \qquad K\,\Delta V = \frac{\partial P}{\partial y}, \qquad \frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y} = 0$$

avec les données sur σ :

$$V_0 = 0, \quad P_0 = 0.$$

Mais cela montre que $P \equiv 0$, $U \equiv 0$, $V \equiv 0$ et donc que le système (1) admet un seul système de solutions, satisfaisant aux conditions posées sur le contour σ.

HYDRODYNAMIQUE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'existence de deux familles de tourbillons à l'arrière des solides immergés.* Note (¹) de M. **Jean Courrégelongue**, présentée par M. M. Brillouin.

M. Bénard a établi l'existence d'un système de tourbillons alternés dans le sillage des solides immergés. D'autre part l'observation courante montre l'existence à l'arrière des gros obstacles, de deux chaînes de tourbillons bordant le sillage et que j'appellerai *tourbillons adjoints.*

Or j'ai constaté que *ces deux familles de tourbillons coexistent constamment entre certaines limites du nombre de Reynolds.* Je vais décrire l'aspect du sillage entre ces deux limites quand on a : 1° des obstacles de diamètre différent et une même vitesse du fluide ; 2° le même obstacle dans des courants plus ou moins rapides.

J'opérais sur une rivière à fond de sable, la Leyre (Gironde). Les obstacles (cylindres 0,1 à 10^{cm} de diamètre) étaient plantés perpendiculairement dans le fond de la rivière. Les rayons solaires réfractés à travers la surface de l'eau donnaient sur le fond une pseudo-image du sillage que je photographiais.

1° Sur les clichés obtenus avec un courant de vitesse constante (25 cm/s) et des obstacles de diamètre de plus en plus faible on observe les phénomènes suivants. Derrière les gros obstacles on voit deux chaînes de *tourbillons adjoints* qui se détachent des côtés du cylindre et embrassent le sillage d'eau morte. A quelques centimètres de l'obstacle, l'une des chaînes s'infléchit vers l'intérieur du sillage, ses tourbillons adjoints remontent vers l'obstacle en longeant la chaîne opposée. La chaîne imprime à tout le sillage un mouvement de giration de même sens que celui de ses tourbillons adjoints. *Ainsi se constitue un tourbillon alterné, mais sans cuvette caractéristique*, le sillage étant trop étendu (*fig.* 1). Ce tourbillon alterné s'éloigne du cylindre. La seconde chaîne s'enroule à son tour en sens contraire de la première, elle projette ses tourbillons adjoints contre ceux du tourbillon alterné précédent et provoque ainsi, derrière lui, la formation d'une queue qui oscille (*fig.* 2). Les phénomènes décrits se reproduisent périodiquement. La fréquence de ces tourbillons alternés est voisine de 0,5 s^{-1} pour un obstacle de 10^{cm} de diamètre. La fréquence des tourbillons adjoints est

(¹) Séance du 25 novembre 1929.

beaucoup plus élevée (15 s^{-1} environ). Quand le diamètre du cylindre diminue, la fréquence des tourbillons alternés augmente et se rapproche de la fréquence des tourbillons adjoints qui ne diminue que lentement. En même temps, la zone d'eau morte se réduit, si bien que les tourbillons alternés présentent bientôt le cône caractéristique décrit par Bénard. C'est

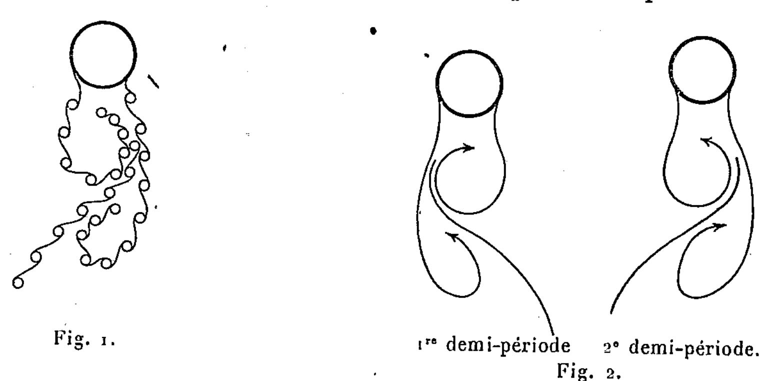


Fig. 1. 1re demi-période 2e demi-période.
Fig. 2.

le cas pour les cylindres de 2 à 1^{cm}. Avec des obstacles de l'ordre du centimètre, l'aspect du sillage est tourmenté : les versants des tourbillons alternés sont creusés de cônes plus petits dus aux tourbillons adjoints.

L'obstacle de $0^{cm},95$ présente deux petits cônes dans la cuvette du tourbillon alterné et deux autres snr le versant extérieur : la fréquence des tourbillons adjoints n'est plus que le double de celle des tourbillons alternés. Les fréquences se rapprochent encore pour des obstacles de plus faible diamètre, pour un diamètre de $0^{cm},5$ ($R = 1250$) les deux phénomènes se confondent pour donner l'une des formes signalées par Bénard : double rangée de « raquettes ». Enfin on a les tourbillons alternés circulaires avec des obstacles de diamètre inférieur à $0^{cm},18$. Dans ces deux dernières formes *les fréquences des deux familles sont devenues égales ;* on a une forme unique : la « rue de Bénard », seule forme nettement décrite jusque-là, *et qui n'existe que pour les valeurs de* R *inférieures à* 1250, comme je le constate.

2° Quand, pour un obstacle donné, on diminue la vitesse du courant, l'aspect du sillage se modifie et tend vers la forme de Bénard proprement dite. Observons le cylindre de 4^{cm} de diamètre. La vitesse diminuant, la fréquence des tourbillons alternés diminue. Celle des tourbillons adjoints reste d'abord sensiblement constante, puis diminue à son tour. Le sillage se réduit, ce qui permet la formation des cuvettes des tourbillons alternés. Ceux-ci paraissent scintiller. Les tourbillons adjoints naissent des bords du cylindre, puis brusquement un tourbillon alterné de même sens les absorbe.

On a une impression semblable à celle que donnent les rampes d'éclairage, où les lampes s'allument une à une, puis s'éteignent simultanément. Le scintillement est particulièrement remarquable quand le rapport des fréquences devient un nombre simple. Enfin pour une vitesse voisine de 3 cm/s, nous n'avons plus que la forme classique des tourbillons de Bénard. Or, pour cette vitesse, $R = 3 \times 4 \times 10^2 = 1200$.

Ainsi, *en faisant décroître séparément les variables* D *et* V *nous trouvons toujours la même limite inférieure* $R_i \# 1250$ *pour l'existence des tourbillons adjoints.*

En outre, cette valeur limite correspond au maximum de la courbe (R, S) de Relf [1]; *la partie ascendante de la courbe correspond aux formes de sillage de Bénard; la partie horizontale correspond aux formes que je viens de décrire, c'est-à-dire avec tourbillons adjoints.*

3° Que pouvons-nous prévoir des phénomènes qui se passeraient si nous faisions croître V ou D au delà des limites où nous avons expérimenté? La forme de la courbe de Relf montre que la fréquence des tourbillons alternés va continuer à croître avec la vitesse. J'ai constaté d'autre part que *si la fréquence des tourbillons adjoints*, qui est supérieure à l'autre, *varie près du premier point de coïncidence des fréquences, elle tend rapidement vers une limite.* Il y a donc lieu de penser que les fréquences redeviendront égales pour une valeur de la vitesse qui sera d'autant plus grande que le diamètre de l'obstacle sera plus grand, car sur la partie rectiligne de la courbe (R, S) on a $\frac{ND}{V} = \text{const.}$

A partir de ce nouveau point remarquable de la courbe (R, S) *les deux familles de tourbillons, ayant même fréquence, seront de nouveau confondues.* Ce deuxième point doit marquer le début de la troisième branche de la courbe de Relf. Je me propose de vérifier cette supposition.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur une formule générale pour le calcul de la poussée des terres.* Note [2] de M. L. RAVIER, présentée par M. Mesnager.

Poncelet, appliquant la méthode de Coulomb pour l'étude de la poussée et de la butée des terres, a trouvé une construction géométrique ingénieuse

(1) *Phil. Mag.*, 49, 1925, p. 509.
(2) Séance du 18 novembre 1929.

qui permet de déterminer cette poussée ou cette butée dans les cas les plus variés.

Nous avons fait la remarque qu'il était possible de traduire les constructions de Poncelet par des formules qui donnent comme cas particuliers à la fois les formules de Coulomb ou de Rankine et les coefficients des tables de Resal.

Les calculs se présentent comme suit :

1° *Poussée.* — La figure 1 donnant la construction de Poncelet, le

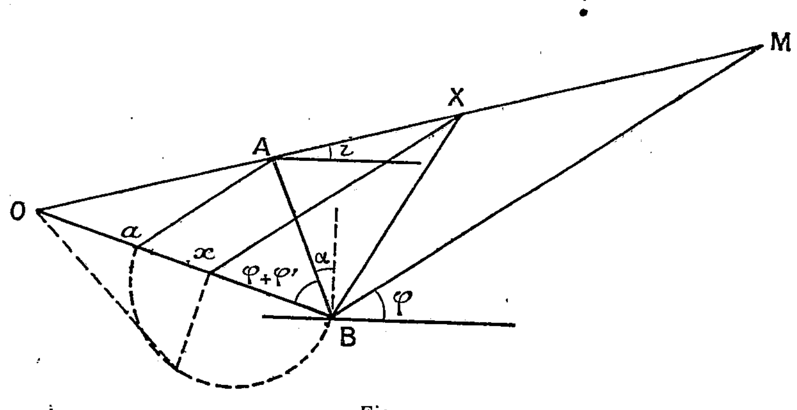


Fig. 1.

coefficient de poussée est, ainsi que l'a démontré Poncelet, la distance verticale entre A et B étant prise pour unité

$$C = Bx^2 \sin OBM = Bx^2 \cos(\varphi' + \alpha).$$

On a

$$\frac{OB}{\sin OAB} = \frac{AB}{\sin AOB} = \frac{OA}{\sin OBA},$$

$$\frac{Oa}{\sin OAa} = \frac{OA}{\sin OaA},$$

$$Ox^2 = OB \times Oa.$$

On en déduit en exprimant les divers angles en fonction de φ, φ', i et α

$$Ox = \frac{AB}{\cos(\varphi + \varphi' - i + \alpha)} \times \sqrt{\frac{\cos(i - \alpha)\sin(\varphi - i)\sin(\varphi + \varphi')}{\cos(\varphi' + \alpha)}}.$$

Mais la distance verticale entre A et B étant prise pour unité

$$AB = \frac{1}{\cos\alpha}.$$

On en déduit

$$\mathrm{B}x = \mathrm{OB} - \mathrm{O}x,$$

$$\mathrm{B}x = \frac{\cos(i-\alpha)}{\cos\alpha\cos(\varphi+\varphi'-i+\alpha)}\left[1-\sqrt{\frac{\sin(\varphi-i)\sin(\varphi+\varphi')}{\cos(\varphi'+\alpha)\cos(i-\alpha)}}\right],$$

d'où

$$\mathrm{C} = \mathrm{B}x^2\cos(\varphi'+\alpha) = \frac{\cos(\varphi'+\alpha)\cos^2(i-\alpha)}{\cos^2\alpha\cos^2(\varphi+\varphi'-i+\alpha)}\left[1-\sqrt{\frac{\sin(\varphi-i)\sin(\varphi+\varphi')}{\cos(\varphi'+\alpha)\cos(i-\alpha)}}\right]^2.$$

Les composantes horizontale et verticale sont :

Horizontale.............. $\mathrm{A} = \mathrm{C}\cos(\varphi'+\alpha)$
Verticale................. $\mathrm{B} = \mathrm{C}\sin(\varphi'+\alpha)$

2° *Butée.* — La figure 2 donnant la construction de Poncelet, le coeffi-

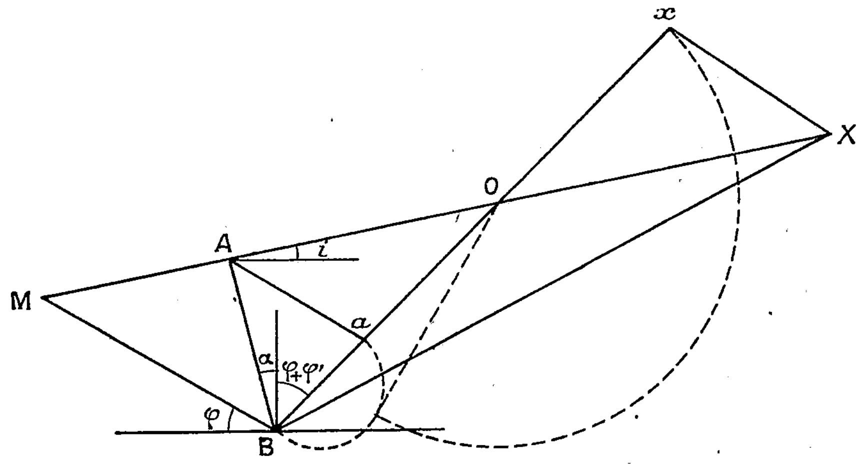


Fig. 2.

cient de butée devient

$$\mathrm{C}_1 = \overline{\mathrm{B}x}^2 \sin\mathrm{OBM},$$
$$= \overline{\mathrm{B}x}^2\cos(\varphi'-\alpha).$$

Les calculs sont similaires et conduisent à

$$\mathrm{C}_1 = \frac{\cos(\varphi'-\alpha)\cos^2(i-\alpha)}{\cos^2\alpha\cos^2(\varphi+\varphi'+i-\alpha)}\left[1+\sqrt{\frac{\sin(\varphi+i)\sin(\varphi+\varphi')}{\cos(\varphi'-\alpha)\cos(i-\alpha)}}\right]^2$$

et, pour les composantes horizontale et verticale,

Horizontale...................... $\mathrm{A}_1 = \mathrm{C}_1\cos(\varphi'-\alpha)$
Verticale......................... $\mathrm{B}_1 = \mathrm{C}_1\sin(\varphi'-\alpha)$

Cas particuliers. — Si dans les formules ci-dessus on fait $\varphi' = 0$, $i = 0$, $\alpha = 0$, on retrouve les coefficients de poussée et de butée de Coulomb et de Rankine : $\operatorname{tang}^2\left(45° - \frac{\rho}{2}\right)$ et $\operatorname{tang}^2\left(45° + \frac{\varphi}{2}\right)$.

Si l'on fait $\varphi' = \varphi$, on retrouve une partie des chiffres des tableaux de Resal et l'emploi des valeurs $\varphi' = \theta$ données par Resal conduit aux autres nombres de ces tableaux.

On peut enfin facilement calculer les coefficients relatifs à l'hypothèse $\varphi' = \frac{\varphi}{2}$ qui est admise par beaucoup d'ingénieurs, et notamment par ceux des Ponts et Chaussées belges dans leurs cahiers des charges.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *De l'extension des lubrifiants sur les surfaces solides. Influences moléculaires. Rôle de la photolyse.* Note de M. **Paul Woog**, présentée par M. Brillouin.

Les faits examinés au cours de nos précédentes recherches ([1]) nous avaient conduits à admettre que l'extension des lubrifiants sur les surfaces solides s'effectuait d'autant moins que le lubrifiant renfermait davantage de molécules portant des centres d'activité. Nous avons étudié des exceptions à cette règle.

Si l'on s'adresse à des acides comme source d'activité moléculaire, les carboxyles ayant une efficacité particulièrement marquée, on constate bien une influence favorable des acides de la série grasse sur la cohésion et sur la résistance de la barrière moléculaire marginale qui s'oppose à l'extension du lubrifiant. Ceci est observable non seulement en ajoutant les acides à des hydrocarbures saturés, mais encore à de tels corps mélangés à des triglycérides, par exemple 50 parties d'huile minérale saturée et 50 parties d'huile de pied de mouton neutralisée, ce mélange (A) ayant un coefficient de viscosité absolue de 1,729 à 0°. On constate même que l'introduction de 0,1 pour 100 d'acide suffit pour réduire l'extension. En déposant, à température ambiante, sur des plaques de laiton et d'acier des gouttes de A additionné de 0,1 pour 100 d'acide caprylique, laurique, palmitique, oléique, élaïdique, stéarique, cérotique, mélissique (ce dernier peu soluble employé en solution saturée), on constate sur le laiton une réduction générale de la tendance à l'étalement. Sur l'acier, l'acide caprylique, et à un degré

([1]) Paul Woog, *Comptes rendus*, **181**, 1925, p. 772; **186**, 1928, p. 71.

plus faible l'acide laurique, se montrent moins efficaces que les termes à chaîne plus longue. Le phénomène est plus facilement observable sur de petites gouttes ($0^g,0029$) que sur des gouttes plus grosses ($0^g,0126$). Si l'on compare l'action de 0,1 pour 100 d'acide oléique et d'acide stéarique sur le mélange A, en opérant à des températures croissant jusqu'à 100°, l'acide saturé est le plus efficace, confirmant ainsi nos essais antérieurs.

Les acides bibasiques, grâce à la possibilité d'une double fixation par les deux carboxyles restreignent l'étalement (acides succinique, sébacique, orthophtalique en solution concentrée, ces acides étant peu solubles).

Mais, si l'on s'adresse à des acides ne possédant plus les causes d'orientation et de résistance dues à une constitution polaire ou symétrique, tels les acides monobasiques issus d'un noyau cyclique, on constate que ces molécules actives, mal orientables s'opposent à l'édification d'une barrière marginale efficace et provoquent au contraire l'étalement des huiles. L'expérience faite avec des gouttes de mélange A additionné de 0,1 pour 100 d'acide benzoïque, phénylacétique, cinnamique, *o*, *m*, et *p*-toluïque, montre que ces corps entraînent l'extension très rapide de la goutte avec une énergie décroissant de l'acide benzoïque aux acides toluïques. L'influence stérique est ici bien nette, la fragilité du barrage étant plus grande lorsque le carboxyle est isolé et proche du noyau. Ces phénomènes sont déjà perceptibles lorsque les acides formant les barrages instables sont à la concentration de 0,01 pour 100. A 0,05 pour 100 leur action est aisément observable; celle-ci va en croissant jusqu'à 0,2 pour 100.

Nous avons examiné si la photolyse qui se manifeste facilement sur les lubrifiants donnerait naissance à des corps actifs, mais inaptes à former des barrières moléculaires stables, corps par suite capables d'entraîner l'étalement des huiles. Nous avons donc exposé pendant un temps prolongé à la lumière solaire une huile minérale saturée. L'acidité développée au cours de la photolyse a été trouvée de 0,154 pour 100 (exprimée en acide oléique, bien qu'il s'agisse de produits en partie solubles dans l'eau, donc à faible poids moléculaire). On a préparé un mélange de 64,9 parties de cette huile et de 35,1 parties d'huile de pied de mouton neutralisée. Des gouttes de ce mélange, présentant ainsi une acidité de 0,1 pour 100 déposées sur du laiton, se sont complètement étalées en 24 heures, tandis que les gouttes d'un mélange témoin, non acide, restaient immobiles.

L'action des produits de la photolyse sur l'extension des lubrifiants étant établie, nous avons soumis des gouttes d'huile déposées sur laiton au rayonnement d'une lampe à vapeur de mercure en quartz, consommant 4,5 ampères

sous 110 volts et distante de $0^m,30$. A température ambiante les gouttes de A commencent à s'étaler au bout de 40 à 52 minutes, puis l'extension augmente. Avec de l'huile de pied de mouton pure, l'étalement, plus faible, se produit au bout de 2 heures. L'interposition d'une lame de quartz retarde légèrement le phénomène. La viscosité ralentit l'extension. Ainsi en opérant sur des huiles ayant à 34° un coefficient de viscosité de 0,2725, 0,4444, 0,4694, 1,0589, l'étalement est d'autant plus fort que l'huile est plus fluide. Si, dans un cristallisoir clos par une lame de quartz pour éviter la condensation de l'humidité, on irradie des gouttes de A maintenues à 0°, on constate que celles-ci ne s'étalent pas, leur viscosité ayant fortement augmenté. Par contre, le même essai effectué à 50° conduit à une rapide extension.

Si l'on réchauffe à 35°, à l'obscurité, les gouttes irradiées à 0°, on voit alors celles-ci s'étendre. De même, si l'on expose à la lumière ultraviolette des gouttes de A posées sur laiton, respectivement pendant 10, 20, 30 et 40 minutes, puis qu'on les abandonne à l'obscurité à 35°, on voit l'étalement se poursuivre pour tous les essais, et devenir total en 20 heures pour les gouttes irradiées 30 et 40 minutes. Les effets de la photolyse peuvent donc se poursuivre après que l'irradiation a cessé.

Le procédé de neutralisation moléculaire des surfaces que nous avons indiqué (*loc. cit.*) empêche totalement l'extension des lubrifiants dans les conditions que nous venons de décrire.

PHYSIQUE. — *Sur l'écoulement des gaz à travers un orifice en mince paroi, à des températures variables.* Note de M. **Marcel Chopin**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

Au cours d'expériences relatives à la vapeur d'eau, j'ai utilisé un courant de vapeur de débit déterminé. Dans ce cas particulier, il est possible de modifier la méthode que j'ai exposée précédemment [1], et d'utiliser un seul orifice pour mesurer la température des gaz. Désignons respectivement par M_1, p_1, H_1, $1+a\theta_1$, φ_1 le débit en poids, la dénivellation manométrique, la pression atmosphérique, la dilatation linéaire et le coefficient de contraction de l'orifice, dans un premier essai effectué à une température absolue T_1 assez basse pour être aisément mesurable; par M_2, p_2, H_2, $1+a\theta_2$, φ_2 les

[1] *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 1832.

mêmes grandeurs relevées au cours d'une seconde expérience effectuée à la température T_2, on a :

$$(1) \qquad T_2 = \left(\frac{M_1}{M_2}\right)^2 \left(\frac{1+a\theta_2}{1+a\theta_1}\right)^4 \left(\frac{\varphi_2}{\varphi_1}\right)^2 \frac{p_2 H_2}{p_1 H_1} T_1.$$

D'autre part, la formule qui définit les conditions de passage d'un fluide à travers un orifice peut être mise sous la forme (S, section à 0° C.) :

$$(2) \qquad \frac{T}{p} = \frac{KM^2H}{\varphi^2 s^2 (1+a\theta)^4}.$$

J'ai fait usage de cette dernière formule en faisant varier dans de larges limites la température du courant de vapeur. Pour éliminer l'influence des variations de M, H, $1+a\theta$, au cours des essais, j'ai utilisé la formule (1) en faisant $T_2 = T_1$ et en remarquant que le coefficient de contraction est resté constant. J'ai donc calculé dans chaque cas quelle dénivellation p correspond au cas arbitrairement choisi d'un débit moyen de 36g par minute, de $H = 760^{mm}$ et d'un orifice non dilatable. Une fois ces corrections effectuées, on voit que le rapport T/p reste uniquement fonction du carré du coefficient de contraction de l'orifice.

La température de la vapeur à la sortie de l'orifice est mesurée à l'aide d'un couple Le Chatelier replié de façon à présenter une longueur de 4^{cm} dans la veine gazeuse, la soudure étant placée au centre de l'orifice. Dans des expériences précédentes [1] effectuées entre 300° et 600° C., j'avais entouré le couple par une cellule qui neutralisait l'effet du rayonnement. Cette cellule était à 1000° d'une réalisation et surtout d'un réglage assez difficiles et j'ai pensé qu'en activant suffisamment les échanges par convection à la surface du couple, et en employant un fluide tel que la vapeur d'eau à chaleur spécifique élevée, je pourrais considérer comme négligeable l'influence du rayonnement. On remarquera d'ailleurs que celle-ci est contenue dans le rapport T/p ; or, les expériences établissent, ainsi que nous le verrons, la constance de ce rapport lorsque la température varie. Le rayonnement n'exerce donc pas dans ces conditions d'essai (vitesse de la vapeur à 1000° : 250^m par seconde) une action discernable, car nous ne pouvons évidemment supposer que l'action du rayonnement soit telle qu'elle compense à toute température une variation du coefficient de contraction.

Le dispositif expérimental comprend un vase de Mariotte fournissant à une chaudière électrique un courant d'eau distillée de débit sensiblement constant et facilement

[1] *Comptes rendus*, **187**, 1928 p. 935.

mesurable. Cette chaudière a une forme tubulaire (diamètre 40^{mm}, longueur 325^{mm}). Elle est disposée horizontalement, elle est protégée intérieurement par un revêtement isolant, et elle renferme une résistance électrique (152 spires de 15^{mm} de diamètre en fil nichrome 8/10) suspendue à un tube central en quartz. L'eau est amenée à la chaudière par un tube capillaire dont la hauteur est supérieure à la pression maximum. Sa vaporisation a lieu instantanément. Un wattmètre et un rhéostat permettent de régler la légère surchauffe obtenue. La vapeur traverse un faisceau tubulaire environné d'huile maintenue à 120°, puis la chambre tubulaire renfermant la résistance électrique d'échauffement, et s'échappe par un orifice de 5^{mm} de diamètre percé au centre d'un disque de platine de $0^{mm},3$ d'épaisseur. La pression de la vapeur est mesurée à l'aide d'un manomètre à eau pourvu d'un dispositif injectant un léger courant d'air qui s'oppose à la condensation de la vapeur dans les tubes d'amenée.

Température absolue.	p corrigé.	$\frac{T}{p}$.	Température absolue.	p corrigé.	$\frac{T}{p}$.
636°.....	150,6	4,223	888°.....	206,7	4,296
637.....	152,2	4,186	892.....	208,7	4,274
676.....	156,1	4,330	894.....	208,4	4,290
698.....	166,1	4,202	931.....	212,8	4,375
704.....	166,3	4,314	1028.....	235,2	4,370
738.....	168,7	4,374	1076.....	248,8	4,324
749.....	170,7	4,386	1099.....	252,6	4,350
749.....	171,2	4,375	1144.....	258,3	4,429
763.....	177,9	4,285	1163.....	269,7	4,312
793.....	180,6	4,390	1242.....	293,3	4,235
798.....	186,5	4,278	1244.....	287,7	4,324
801.....	184,5	4,341	1248.....	289,6	4,310
813.....	185,5	4,383	1264.....	289	4,373
853.....	196,1	4,349	1298.....	308	4,213
	Moyenne.......	4,315		Moyenne.......	4,319

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau ci-dessus. Le rapport $\frac{T}{p}$ présente des variations accidentelles qu'expliquent de petites différences dans la position du couple, ou encore dans la mesure de M qui figure au carré dans la formule de correction. La fonction $p = f(T)$ est représentée par une droite qui passe visiblement par le zéro absolu. Cette proportionnalité exclut l'hypothèse d'une variation de φ^2 et à plus forte raison de φ. Ces mesures apportent donc une vérification nouvelle de ma méthode aérodynamique de mesure de la température des gaz, que seule la variation du coefficient de contraction pouvait mettre en défaut. Elles fournissent en outre à l'étude de la dynamique des fluides la donnée expérimentale suivante :

Le coefficient de contraction d'un orifice pratiqué dans une paroi mince

et non dilatable, traversé par un courant gazeux déterminé, est indépendant de la température de ce courant.

Je me suis abstenu de procéder aux mesures avec une vapeur d'eau peu surchauffée pour éviter des condensations susceptibles de fausser les mesures, et aussi parce que la vapeur d'eau présente alors un coefficient de dilatation différent de celui des gaz parfaits.

OPTIQUE. — *Sur les séries de résonance de la vapeur de soufre.* Note de M. **P. Swings**, présentée par M. M. de Broglie.

Le spectre de résonance des vapeurs diatomiques de soufre, excitées par les raies de l'arc au mercure, a été examiné par M. Rosen (¹), qui n'a pu mesurer qu'une seule série excitée par la raie 3132 Å, sans d'ailleurs dissocier nettement la structure des termes; cet auteur a remarqué de plus que les raies 3126, 3022 et 2968 Hg sont capables également d'exciter des séries de résonance, qu'il n'a pu soumettre aux mesures, mais dont il a signalé la complexité des termes.

Nous avons élaboré une méthode permettant une étude plus approfondie du phénomène. Nous avons employé un vase cylindrique en quartz fondu, placé dans un premier four électrique (four de température) et présentant un appendice d'une quinzaine de centimètres, placé dans un second four (four de pression). On pouvait ainsi faire varier indépendamment la température et la pression. Le soufre avait été introduit avec des précautions spéciales (élimination des gaz adsorbés par les parois du récipient, distillations dans le vide, etc.). La lampe à mercure, en quartz fondu, avait la forme d'un anneau entourant complètement le vase; elle se trouvait à l'intérieur du premier four.

Dans ces conditions, le spectre de résonance était si intense qu'on pouvait suivre visuellement au spectrocope ses variations en fonction de la température et de la pression. Nous avons ainsi pu obtenir de bonnes séries de résonance excitées, non seulement par les raies signalées plus haut, mais aussi par 2894 Hg (série de multiplets). Toutes les séries ont pu être mesurées et étudiées. En outre, nous avons obtenu quatre séries de doublets, excitées par les raies 3655, 3132, 3126 et 2968 Hg.

Les détails expérimentaux et les mesures complètes seront publiés pro-

(¹) Rosen, *Zeit. für Physik*, 43, 1927, p. 106.

chainement dans un Mémoire détaillé. Dans la présente Note nous voulons simplement indiquer quelques-uns des résultats.

Dans la première série de doublets (excitée par 3655 Hg), nous avons observé, outre la réémission, six termes positifs distants d'environ 670 cm^{-1} et dont la distance $\Delta\nu$ des composantes valait 34 cm^{-1}. Jusqu'à présent, on ne peut décider au moyen de nos mesures si la raie excitatrice est 3655 Hg (dans ce cas, la raie d'absorption 3655 appartiendrait à une branche R) ou 3650 Hg (qui appartiendrait à une branche P) [1]. Cette série semble la plus intense pour des températures d'environ 600° et des pressions de l'ordre de 15 à 20^{mm}; elle est très faible pour une pression de 1^{mm}, alors que toutes les autres séries sont déjà à leur maximum d'intensité.

Pour les séries de doublets excitées par les raies 3132, 3126 et 2968 Hg, on a pu observer respectivement 24, 23 et 20 termes; les valeurs moyennes de $\Delta\nu$ sont respectivement 18; 16,8 et 16 cm^{-1}. Il semble bien [2], d'après l'examen de la série de doublets excitée par la raie 3132, que cette raie appartienne à une branche R du spectre d'absorption de S_2. La série excitée par 2968 Hg est aux basses pressions ($p < 1^{mm}$) plus intense que les deux autres; elle diminue rapidement d'intensité pour $p > 1^{mm}$; les deux autres séries, déjà observables pour p $0^{mm},05$, sont très intenses pour $0,5 < p < 20^{mm}$ et sont présentes jusqu'à $p = 500^{mm}$.

Pour les séries de multiplets, on a observé respectivement :

λ_0.	$\lambda < \lambda_0$.	$\lambda > \lambda_0$.
3132.........	2 certains, 1 très faible	21
3126.........	id.	14
3022.........	3	8
2968.........	1	9
2894.........	1 incertain	8

Dans ces séries, on trouve surtout des quadruplets; mais on rencontre également des groupes de 2, 3, 5 ou 6 raies.

---

(1) Les valeurs des longueurs d'onde des raies d'absorption de la vapeur S_2 ne sont pas encore connues.

(2) L'étude à grande dispersion est actuellement en cours.

ÉLECTRONIQUE. — *Sur le traitement relativiste du problème de plusieurs corps.*
Note de M. **L. Goldstein**, présentée par M. M. de Broglie.

La théorie relativiste de l'électron proposée par Dirac [1] se heurte comme toute théorie relativiste de la matière à des difficultés fondamentales lors de sa généralisation au problème des atomes à plusieurs électrons. Il était à prévoir que l'Univers de Minkowski ou une variété à quatre dimensions ne pouvait pas convenir au formalisme du problème. Il est en effet bien connu d'après la théorie prérelativiste de Schrödinger que l'amplitude Ψ totale du problème ne peut exister que dans un espace de configuration. Eddington et Gaunt [2], les premiers, ont proposé une généralisation de l'équation de Dirac au problème à deux (ou à n) électrons, mais elle ne semblait guère être satisfaisante. Il y a diverses objections [3] dont nous rappelons une, relative aux *potentiels retardés*. Si dans le traitement non relativiste du problème il est permis d'ignorer et, par conséquent, de négliger la propagation finie de l'intersection, dans un traitement relativiste il est nécessaire d'en tenir compte. Eddington et Gaunt négligent les potentiels retardés.

Récemment Breit [4] a donné une équation pour le problème de l'hélium en s'appuyant sur une solution *relativiste* du problème à deux corps de Darwin [5]. L'équation de Breit comprend les potentiels retardés et l'équation d'Eddington-Gaunt qui n'est qu'une approximation *mathématique* du problème.

L'équation de propagation ne peut être écrite que dans une multiplicité différente de l'Univers de Minkowski, dans une multiplicité abstraite. Elle s'écrit

$$(1)\quad F_B\psi=\left\{p+\left(\vec{\alpha}^{\mathrm{I}}\vec{\mathbf{p}}\right)+\left(\vec{\alpha}^{\mathrm{II}}\vec{\mathbf{p}}^{\mathrm{II}}\right)+(\alpha_4^{\mathrm{I}}+\alpha_4^{\mathrm{II}})mc+\frac{e^2}{2c}\left[\frac{\left(\vec{\alpha}^{\mathrm{I}}\vec{\alpha}^{\mathrm{II}}\right)}{r}+\frac{\left(\vec{\alpha}^{\mathrm{I}}\vec{r}\right)\left(\vec{\alpha}^{\mathrm{II}}\vec{r}\right)}{r^3}\right]\right\}\psi=0,$$

(1) P.-A.-M. Dirac, *Proc. Roy. Soc.*, (A), **117**, 1928, p. 610.
(2) A.-S. Eddington, *ibid.*, **121**, 1928, p. 524, et **122**, 1929, p. 358; J.-A. Gaunt, *ibid.*, **122**, 1929, p. 513.
(3) Cf. W. Heisenberg et W. Pauli, *Z. Physik*, **57**, 1929, p. 1.
(4) G. Breit, *Phys. Rev.*, **34**, 1929, p. 533.
(5) C.-G. Darwin, *Phil. Mag.*, 6e série, **39**, 1920, p. 537.

où I et II désignent le premier et le deuxième électron,

$$(2)\quad \begin{cases} p = -\dfrac{h}{2\pi i}\dfrac{1}{c}\dfrac{\partial}{\partial t} + e\Phi^{\rm I} + e\Phi^{\rm II} - \dfrac{e^2}{cr}, \\ \vec{\mathbf{p}} = \vec{p} + \dfrac{e}{c}\vec{\rm A}; \quad \vec{p}(p_i) \qquad (i = 1, 2, 3), \\ \mathbf{p}_i^{\rm I} = p_i^{\rm I} + \dfrac{e}{c}{\rm A}_i^{\rm I} = \dfrac{h}{2\pi i}\dfrac{\partial}{\partial x_i^{\rm I}} + \dfrac{e}{c}{\rm A}_i^{\rm I}, \end{cases}$$

$\vec{\alpha}^{\rm I}(\alpha_i^{\rm I})$, $\vec{\alpha}^{\rm II}(\alpha_i^{\rm II})$, $\alpha_4^{\rm I}$ et $\alpha_4^{\rm II}$ sont les matrices de Dirac. $(\Phi^{\rm I}, \vec{\rm A}^{\rm I})$, $(\Phi^{\rm II}, \vec{\rm A}^{\rm II})$ sont les champs aux points où se trouvent le premier et le deuxième électron respectivement. La fonction $\psi_{\rm I, II}$ a 16 composantes $\psi_{\mu\nu}$ ($\mu, \nu = 1, 2, 3, 4$) et les équations aux dérivées partielles qui les définissent s'obtiennent aisément à l'aide des relations suivantes :

$$(3)\quad \begin{cases} (\alpha_i^{\rm I}\psi)_{\mu\nu} = \displaystyle\sum_1^4{}_\lambda (\alpha_i^{\rm I})_{\mu\lambda}\psi_{\lambda\nu}, \qquad (\alpha_i^{\rm II}\psi)_{\mu\nu} = \displaystyle\sum_1^4{}_\lambda (\alpha_i^{\rm II})_{\nu\lambda}\psi_{\mu\lambda}, \\ (\alpha_i^{\rm I}\alpha_i^{\rm II}\psi)_{\mu\nu} = \displaystyle\sum_1^4{}_{\lambda\rho} (\alpha_i^{\rm I})_{\mu\lambda}(\alpha_i^{\rm II})_{\nu\rho}\psi_{\lambda\rho}. \end{cases}$$

Les variables α de Dirac satisfont aux relations évidentes

$$(4)\quad |\alpha_i^{\rm I}| = |\alpha_i^{\rm II}| \qquad \text{et} \qquad \alpha_4^{\rm I} = \alpha_4^{\rm II}.$$

Ceci est contenu implicitement chez Breit, mais il ne semble pas superflu de l'écrire. La multiplicité abstraite où l'onde $\psi_{\rm I, II}$ existe est une variété de configuration. A l'Univers à 4 dimensions on doit adjoindre, dans le traitement relativiste du problème à plusieurs électrons, ce que nous proposons d'appeler l'*Univers de configuration*, comme on doit adjoindre dans le traitement non relativiste du même problème, un espace de configuration à l'espace ordinaire. On peut construire cet Univers de configuration à partir de l'espace de configuration, comme sous-espace, et une dimension supplémentaire, le temps de configuration. Comme dans l'Univers de Minkowski l'axe du temps est perpendiculaire au sous-espace, ici aussi l'axe du temps sera perpendiculaire au sous-espace, à l'espace de configuration. Dans le problème de l'hélium, l'Univers de configuration a un sous-espace à six dimensions et une dimension supplémentaire, son temps de configuration. C'est dans cet Univers abstrait que l'équation (1) de Breit est valable. Cette équation conduira probablement à des bonnes approximations des niveaux de l'hélium. Mais pour calculer le rayonnement on doit connaître la *densité*

électrique de Schrödinger. Pour la trouver, nous couplons l'atome et le champ suivant une méthode de Darwin (1). Ce couplage s'exprime à l'aide d'une fonction de variation, une fonction de Lagrange dans l'Univers de configuration. Les variations de cette fonction donnent l'équation de Breit, l'équation pour les $\overline{\psi}$, conjugués complexes des ψ, et, en outre, les composantes d'un vecteur $\vec{J}$ qui paraît se rapprocher du *vecteur-courant* du problème à un corps. L'étude du caractère vectoriel de J conduit à des transformations de Lorentz généralisées dans l'Univers de configuration. La composante temporelle de $\vec{J}$ s'identifie avec la densité électrique et donne la normalisation des $\psi_{\mu\nu}$. Cette densité électrique permet de calculer le rayonnement, les composantes de la matrice « moment électrique » du système. Une étude détaillée paraîtra ailleurs.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur les propriétés électrochimiques du polonium.* Note de M. **Frédéric Joliot**, présentée par M. Jean Perrin.

A l'aide d'une nouvelle méthode dont le principe à fait l'objet d'une Note précédente (2) nous avons entrepris l'étude du comportement électrochimique du polonium dans des états chimiques différents. Les expériences portèrent en premier lieu sur la détermination des potentiels critiques de dépôt du polonium sur des électrodes d'or polarisées. Nous avons obtenu les résultats suivants :

1° En milieux sulfurique, nitrique et acétique nous avons observé les mêmes valeurs pour les potentiels critiques de dépôt : $+0,37 \pm 0,02$ volt à la cathode et $+1,1 \pm 0,03$ volt à l'anode, entre les limites de concentrations en polonium (3) $3 \times 10^{-9}\,n$ à $10^{-8}\,n$ (électrode de comparaison au calomel KCl $1\,n$).

Il y a lieu de conclure à l'identité des ions du polonium résultant de la dissociation électrolytique de ces composés dans les solutions acides correspondantes.

2° En milieu oxalique les résultats sont très différents. Le potentiel cri-

(1) C. G. Darwin, *Proc. Roy. Soc.*, (A), 118, 1928, 654.

(2) F. Joliot, *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 1325.

(3) Conformément à ce qui avait été signalé par Mad. Wertenstein nous avons observé que le potentiel critique ne varie pas avec la concentration dans les limites de nos expériences. Ce point sera examiné en détail dans une publication ultérieure.

tique de dépôt à la cathode est de $+0,02 \pm 0,02$ volt et l'on n'observe aucun dépôt à l'anode même pour de fortes polarisations positives de celle-ci, la concentration en polonium étant du même ordre que précédemment. Ce potentiel ne peut donc correspondre au même cation que le précédent.

3° En milieu chromique on n'observe pratiquement aucun dépôt à la cathode mais seulement à l'anode pour un potentiel supérieur à $+1,08 \pm 0,03$ volt, valeur déjà observée précédemment en milieux nitrique, sulfurique, acétique.

Ces faits nous ont incité à étudier les réactions d'oxydation et de réduction que peuvent subir les différents composés du polonium. Nous avons employé la méthode suivante :

Principe [1]. — Nous électrolysons, dans notre appareil, une solution contenant une quantité connue de polonium, en portant la cathode au potentiel de $+0,25$ volt par exemple. Nous suivons la marche de l'électrolyse pendant un temps suffisant pour bien déterminer l'allure de la courbe de dépôt. Une petite quantité de réactif est alors introduite et nous maintenons le potentiel de l'électrode à sa valeur primitive. Si l'ion étudié subit une modification chimique la courbe changera d'allure. Une série de dosage de l'activité en solution jointe aux mesures de l'activité des électrodes nous donne à chaque instant la distribution du polonium entre le liquide et les électrodes. On procède alors à la détermination du potentiel critique de dépôt de l'ion modifié. Voici les résultats obtenus :

1° L'addition d'acide oxalique à la solution sulfurique ou acétique fait passer le cation contenant le polonium à un degré d'oxydation inférieur, caractérisé par le même potentiel que celui que l'on observe dans l'acide oxalique pur. Le dépôt anodique est supprimé; 2° L'addition d'eau oxygénée ou d'acide tellureux en solution sulfurique acétique et nitrique supprime le dépôt anodique; 3° L'addition d'acide sulfureux supprime le dépôt à la cathode et à l'anode, le polonium se déposant lentement sur les parois. Cet effet est attribuable à une décharge des ions suivie de précipitation; 4° L'addition d'acide chromique en milieu nitrique, sulfurique fait passer le cation primitif à l'état d'anion se déposant à $+1,10+0,03$ volt. L'addition d'eau oxygénée dans ce cas fait réapparaître le dépôt à la cathode.

---

[1] Cette méthode repose sur l'emploi de l'appareil déjà décrit (*Comptes rendus*, 184, 1927, p. 1325) permettant de suivre d'une façon continue le dépôt de l'activité sur les deux électrodes rendues transparentes au rayonnement.

L'analogie entre les propriétés chimiques du polonium, du tellure et du bismuth nous fait penser que : 1° le cation de potentiel critique + 0,37 volt serait un oxyde, probablement $\underset{++}{\mathrm{PoO}}$; 2° le cation de potentiel critique + 0,02 volt serait soit un sous-oxyde, soit l'ion du métal; 3° l'anion de potentiel critique + 1,1 volt serait un radical $\underset{--}{\mathrm{PoO_3}}$ provenant de la dissociation hydrolytique du sel de polonium.

Nous pensons que les méthodes ci-dessus décrites peuvent donner de nombreux éclaircissements sur l'état des ions que donnent les radioéléments et les éléments ordinaires [1] dans diverses conditions.

RADIOACTIVITÉ. — *Le débit de chaleur du polonium.* Note de Mlle **A. Dorabialska**, présentée par M. Jean Perrin.

On n'a pas déterminé jusqu'à présent la valeur numérique du débit de chaleur du polonium en relation avec l'ionisation résultant de l'absorption totale des rayons α dans l'air. C'est pourquoi j'ai essayé de déterminer ce débit au moyen d'un microcalorimètre adiabatique construit par M. W. Swietoslawski et moi-même (*Comptes rendus*, 185, 1927, p. 763). Les mesures ont été effectuées avec deux sources de polonium de 3000 U.E.S. environ [2]. La première série d'expériences contient les mesures du dégagement de chaleur due à une source de polonium de 3125 U. E. S. déposée sur une lame d'argent. On a fait les mesures successivement dans cinq calorimètres : d'aluminium, de zinc, d'argent et de cuivre de différente épaisseur. Pour étudier l'influence possible de support du polonium on a effectué une deuxième série d'expériences avec une source de 2607 U. E. S. déposée sur nickel et avec des calorimètres de cuivre, de nickel, de zinc et d'argent. Les résultats numériques des mesures montrent une concordance satisfaisante des valeurs obtenues. Le calorimètre d'argent présente une seule

(1) Nous avons exposé dans une Note précédente (*Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1106) une méthode permettant de suivre la vitesse de dépôt des éléments inactifs par la mesure de l'augmentation de l'opacité de l'électrode sur laquelle s'effectue le dépôt.

(2) On évalue couramment une quantité de polonium par la mesure absolue du courant d'ionisation produit par les rayons α émis d'un seul côté du support et complètement absorbés dans l'air (Mme P. Curie, *Journ. de Chim. phys.*, 22, 1925, p. 142).

exception donnant des nombres différents qui dépassent les limites des erreurs d'expérience; ceci semble indiquer une réaction chimique perturbatrice dans un calorimètre d'argent ouvert. Pour éviter les réactions chimiques possibles (par exemple, oxydation du métal) on a effectué une troisième série de mesures avec une source de polonium enfermée dans un tube de cuivre dans l'azote.

Le tableau ci-après contient les résultats numériques des mesures calorimétriques groupées en trois séries dont il a été question ci-dessus. On y trouve les notions suivantes : K, capacité thermique du calorimètre; Δt, l'accroissement de température du calorimètre par heure; Q, débit de chaleur ramené à une quantité de polonium en équilibre radioactif avec 1^g du radium. Cette réduction a été opérée en admettant que l'ionisation produite par un rayon α est proportionnelle à son énergie et que le courant d'ionisation produit par l'absorption intégrale dans l'air des rayons α du radium et de ceux du RaC′ est respectivement par gramme de radium et par curie de RaC′ $2.41.10^6$ U. E. S. et $3.89.10^6$ U. E. S.

TABLEAU.

Calorimètre :	K.	Δt^0.	Q cal/heure.
		Polonium déposé sur l'argent.	
de cuivre......	0,2312	0,244 ± 0,0019	23,83 ± 0,8 %
de cuivre......	0,3051	0,187 ± 0,0017	24,19 ± 0,9
d'alumiuium...	0,2753	0,203 ± 0,0012	23,74 ± 0,6
de zinc........	0,2496	0,221 ± 0,0012	23,89 ± 0,5
		moyenne	23,91 ± 1,3 %
		Polonium déposé sur le nickel.	
de cuivre......	0,2166	0,222 ± 0,0024	24,53 ± 1,1 %
de nickel......	0,2967	0,158 ± 0,0014	23,99 ± 0,9
de zinc........	0,2063	0,228 ± 0,0014	24,29 ± 0,6
		moyenne	24,27 ± 1,1 %
		Polonium enfermé dans un tube de cuivre.	
de cuivre......	0,2005	0,225 ± 0,0019	23,64 ± 0,8 %
de cuivre......	0,2589	0,176 ± 0,0012	23,97 ± 0,7
		moyenne	23,81 ± 0,7 %

La valeur moyenne de ces trois séries d'expériences

24,0 cal/heure ± 1,2 pour 100

est notablement inférieure à celle qu'on pourrait déduire du débit de chaleur mesuré pour le radium et ses dérivés. Le nombre de particules α calculé d'après cette valeur serait égal à $3{,}35 . 10^{10}$ par seconde en posant la masse d'une particule α égale à $6^g{,}60 . 10^{-24}$, sa vitesse — $1{,}59 . 10^9$ cm/sec. C'est pourquoi les mesures ci-dessus décrites sont seulement considérées comme préliminaires.

CHIMIE PHYSIQUE. — *La prévision de l'azéotropisme binaire*. Note de M. **Maurice Lecat**, présentée par M. Le Chatelier.

Les tables d'azéotropes [1] sont utiles pour la chimie, tant scientifique qu'industrielle; mais elles ne seront jamais complètes et il importe de pouvoir prédire l'azéotropisme (Az.).

Étant donné un système binaire, quand il y a intersection (R) des courbes, γ_1 et γ_2, tension de vapeur-température (p, t), l'Az. a lieu (loi B) [2]. Si l'isobare p_R et l'isotherme t_R étaient rectilignes, il y aurait, au sens étymologique, Az., et pour toute concentration x; ni négatif, ni positif, il serait d'écart δ nul. La courbure entraîne l'Az. pour p_R (ce qui démontre la loi B) et aussi, par continuité, dans un intervalle (p_1, p_2), contenant p_R. La réciproque de la loi n'a pas lieu : R n'est pas nécessaire à l'Az. Quant au signe, il n'est pas indiqué par l'allure des γ.

Soient : sur la surface-limite (p, t, x), g la ligne de Gibbs-Konovalov ; g_0 sa projection sur le plan (p, t). Le domaine D, délimité par les γ, l'axe des t et la projection l_0 de la ligne critique l, n'est pas pénétré par g_0. Si l'axe des p est horizontal, g_0 est au-dessous ou au-dessus de D, suivant le signe de l'Az. (+ ou —). Pour un *azéotrope d'intersection*, δ est maximé ou à très peu près. S'il n'y a pas intersection des courbes γ, le point g_0 maximant δ est voisin de la normale aux γ.

Suivant van der Waals, g joindrait l à la courbe de congélation : l'Az. serait toujours *absolu*, ce qui n'est pas. Non absolu, l'Az. est dit *borné;* il l'est, soit *en bas*, *en haut*, ou des deux côtés [3]. Le *zéotropisme* (Z) est la

(1) Pour références, voir *Ann. Soc. sc. Bruxelles*, 49, 1929, B, p. 129.

(2) W. D. Bancroft, *The Phase Rule*, Ithaca, N.-Y., 1897, p. 98.

(3) De la règle de Bakhuis-Roozeboom (*Die heterogenen Gleichgewichte*, II, 1) sur le sens de variation de ξ (x, az.) quand p croît, il résulte que l'Az_+ ne pourrait être borné que si R n'existe pas et il le serait en bas ou en haut, suivant que la courbe γ du constituant le plus volatil est la moins ou la plus ascendante. Mais, empirique, la règle est en défaut (cf. Vrevskij, *Z. ph. Chem.*, 83, 1913, p. 569) pour le système (eau, éthanol), où l'Az (positif) est borné en bas, vers 75^{mm}, l'eau disparaissant.

négation de l'Az. Si (p_1, p_2) contient la pression normale ν (760^{mm}), l'Az. est dit *normal* (Az_ν). De même pour le Z. (Z_ν) ([1]).

Pour que tout x soit ξ, c'est-à-dire azéotropique (az.), il faut et il suffit que R existant, l'Az. soit doublement borné, car g joint alors les γ; mais si l'intersection n'a pas lieu, toute concentration ξ, sauf une, est az. pour deux pressions, les extrémités de g étant sur *une même* courbe γ.

Une table est dressée ([2]), qui, pour 972 systèmes, formés par 194 corps, *les plus divers*, confronte avec p_R et t_R le comportement distillatoire sous ν : 1° il y a 489 cas d'intersection, dont 377 az. (az_ν.R) et 112 z. (z_ν.R); 2° 483 systèmes sans R sont az. (az_ν. s. R). Non consignés, les z_ν. s. R comprennent sans doute des az. s. R (non normaux). Dans l'ensemble, la proportion P des az_ν. s. R est $\sim$ 50 pour 100. Pour les az. s. R, P serait encore sensiblement accru. D'où *la grande portée de la non-réciprocité de la loi* B. Cette loi ne fournit pas la moitié des az. et elle ne distingue pas les normaux, qui sont les plus importants. Pour prévoir l'Az., la méthode « des courbes δ » semble préférable ([3]).

Pour les az_ν. R, (ν, p_R) est un intervalle (partiel) d'Azéotropisme; d'où l'intérêt de connaître p_R. On n'a $p_R > \nu$ que dans 20 pour 100 des cas; mais si $p_\varepsilon = 155^{mm}$, on a $p_R > p_\varepsilon$ aussi souvent que l'inégalité inverse; de même, $t_\varepsilon = 112°$. Pour les z_ν. R, $p_\varepsilon = 30^{mm}$ et $t_\varepsilon = 105°$.

Sur tous ces nombres, l'influence du chimisme est considérable. Encore de $\sim$ 50 dans le cas de parenté étroite des constituants, P a des valeurs fort différentes pour les diverses couples de fonctions; par exemple : 73 pour l'ensemble des systèmes contenant une amide et 80, 87, 93 si l'autre substance est un ester, un halogénure, un hydrocarbure. Si une forte association est favorable à R, *elle l'est aussi à l'Az. sans* R et à un grand δ ([4]). Mais les plus grands δ ont lieu quand R existe; c'est le cas du système (acétamide, dibromobenzène *p*.), où $\delta = 20,9$ (on ne connaît pas de plus grand écart).

Si g a deux branches, une de chaque signe, b_+, b_-, l'Az. est dit *mixte*. Cas vraisemblable, car des az_+, par exemple (éthanol, chloroforme),

---

([1]) Contre la loi B, M. R. Ebersole (*J. phys. Chemistry*, 5, 1901, p. 239) argue, à tort, de cas d'existence du Z_ν avec intersection. C'est exclure l'Az. borné.

([2]) On la trouvera en annexe à un Mémoire, *A. S. sc. B.*, 49 B (décembre 1929).

([3]) Voir M. Lecat, *Rendic. Accad. Naz. Lincei*, 6e série, 9, 1929, I, p. 1121.

([4]) M. Lecat, *Comptes rendus*, 183, 1926, p. 880.

donnent, à certaines températures, des composés d'addition. La géométrie de position des courbes b et γ (et de R) orientera les recherches expérimentales sur les domaines d'existence des Az_+ et Az_-.

(I). Si les deux signes n'ont pas lieu pour même p, une branche est bornée en bas, en A, l'autre en haut, en B, avec $p_B < p_A$ et $t_B < t_A$. L'*inférieure* b_i est b_+ ou b_- et R est couvert par les projections b_{oi} ou b_{os}; chacun de ces quatre cas en comprend 4, suivant que b_i et b_s sont, ou non, encore bornées en bas ou en haut. Il y a alors l'hypothèse de R inexistant. — (II). Si les signes + et — ont lieu pour mêmes t (et mêmes p), on a, suivant Caubet le cas de (SO^2, CH^3, Cl); il est contesté, mais non par Duhem, Nernst et Zawidzki. Il se discute à peu près comme le cas (I). — Cas-limite : b_{0+} et b_{0-} se rejoindraient en R. — En tout, il y a 89 configurations.

En ce qui concerne ξ, suivant la position des intervalles $[\xi_+]$, $[\xi_-]$, celui de x sera partagé de 89 manières. D'après les nombres de bornes des b, il y a 6 cas. Pour (0, 0), (0, 2), (2, 2), on aura, par exemple, respectivement :

$$(Z,\ A_-,\ A_{\underset{-}{+}},\ A_+,\ Z), \qquad (A_=,\ A_{\underset{=}{+}},\ A_+,\ Z), \qquad (A_=,\ A^{+}_{\underset{=}{+}},\ A_{\underset{+}{+}});$$

Z, A_-, $A_{\underset{=}{+}}$, ... désignent : un intervalle de Z, un de Az_-, un dont chaque point fournit, sous *une* pression, un azéotrope positif, et sous deux pressions, un négatif, etc.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Influence du vieillissement artificiel sur les propriétés mécaniques des bois.* Note [1] de MM. **Roger Lyon**, **G. Fron** et **Fournier**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Nous avons indiqué qu'en soumettant du bois vert à l'action d'air chargé d'une faible quantité d'ozone, ce bois prend la teinte du bois vieux et acquiert, en une durée de un mois à peine, tous les caractères microscopiques et chimiques de ce dernier : il y a donc parallélisme entre l'action lente et progressive de l'air en chantier et l'action, à dose bien réglée, de l'ozone dans le bois.

Ces notions étant acquises, il y a lieu de se demander quelles répercus-

---

(1) Séance du 25 novembre 1929.

sions peuvent avoir ces modifications chimiques sur les propriétés mécaniques du bois.

Pour préciser ce point, il est indispensable de se servir de barettes d'examen prélevées sur une même planche et amenées au même état hygrométrique, car les différences entre deux planches d'un même arbre, et *a fortiori* d'arbres différents de même essence, sont supérieures aux différences qui surviennent du fait du séchage ou du vieillissement modéré.

En l'état actuel de nos recherches comparatives, qui sont commencées depuis plusieurs mois et dont les résultats ne pourront être établis que dans plusieurs années, nous avons procédé au traitement artificiel afin d'obtenir, pour comparaison, des planches de même origine, vieillies artificiellement et non vieillies. Nous avons procédé ainsi :

Une planche de hêtre, aussi homogène que possible, a été prélevée aussitôt le débit de la grume et divisee en barettes de 30^{cm} de longueur et de section carrée de 2^{cm} de côté, que l'on a soumises aux traitements suivants :

1° Barettes laissées à l'air extérieur.

2° Barettes soumises au traitement artificiel par ozone dosé qui produit le vieillissement normal de quatre années de chantier.

3° Barettes placées dans un ozoniseur et soumises à un traitement énergique d'ozone concentré pendant une semaine.

4° Barettes placées dans les mêmes conditions pendant un mois.

Ces barettes ont ensuite été envoyées à M. Monnin, au Service des recherches de l'aéronautique, pour qu'il précise les qualités mécaniques de chacune d'elles [1].

---

[1] On sait que M. Monnin classe les bois en diverses catégories suivant la cote dynamique, la cote de flexion et la rétractibilité (*Bulletin de la Section technique de l'aéronautique militaire*, fasc. 29 et 30, juin et juillet 1919).

Cote dynamique ou $\frac{\text{Résilience unitaire}}{\text{Carré de la densité}} = \frac{K}{D^2}$	Résilient	2	à	1,2
	Moyen	1,2	à	0,8
	Cassant	0,8	à	0,2
Cote de flexion ou $\frac{\text{Tension unitaire max.}}{\text{100 fois la densité}} = \frac{F}{100D}$	Forte	25	à	20
	Moyenne	20	à	15
	Faible	15	à	10
Cote de rétractibilité ou variation de volume vers 15 pour 100 d'eau	Très nerveux	1,00	à	0,55 %
	Moyennement nerveux	0,55	à	0,35 %
	Peu nerveux	0,35	à	0,15 %

M. Monnin ne conserve pour l'aviation que du bois dont la cote dynamique est > à 1, la cote de flexion > à 20 et la rétractibilité < à 0,55.

Les essais ont donné les résultats suivants :

	Cote dynamique K/D 2.		Cote de flexion P/1000.		Cote de rétractibilité V (pour 100).
1. Hêtre bois naturel (15 °/₀ d'eau)....	1,45		22		0,560
2. Hêtre bois artificiellement vieilli de 4 années par ozone bien dosé (15 °/₀ d'eau)..................	*a.* 1,66	1,61	24,50	24,10	0,542
	b. 1,86		24		
	c. 1,36		23,90		
3. Hêtre bois ozonisé à haute dose pendant une semaine ou bois très vieux (15 °/₀ d'eau).............	1,10		19,8		0,546
4. Hêtre bois ozonisé à haute dose pendant un mois ou bois très vieux..	0,85		18		0,549

L'examen de ces nombres montre que :

a. Les bois légèrement ozonisés, ou vieillis artificiellement de 4 années, conduisent à des coefficients de même catégorie que le bois vert naturel amené au même état hygrométrique, les légères différences qui se rencontrent étant de l'ordre de celles données par diverses barettes issues d'une même planche.

b. Les bois très fortement ozonisés pendant une semaine et surtout pendant un mois, correspondant à des bois très vieux de chantier, se classent dans la catégorie des bois moyens alors qu'ils étaient avant traitement, donc avant vieillissement, parmi les bois résilients à flexion forte.

c. La rétractibilité n'a pas été sensiblement modifiée par le vieillissement, ce qui implique que le jeu du bois est resté le même.

Au point de vue des qualités requises pour l'aviation, les bois des deux premières catégories seraient considérés comme bons alors que les autres seraient refusés. Ce qui revient à dire que l'ozone doit être employé avec beaucoup de circonspection sur le bois, action exagérée déterminant des altérations profondes qui se traduisent par une réduction des qualités mécaniques.

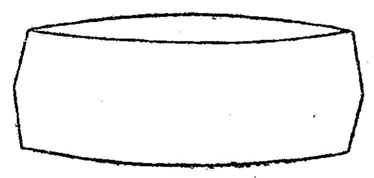
Ces résultats sont d'ailleurs confirmés par la couleur des barettes et par la nature de leur brisure lors des essais au choc : les barettes soumises à l'action de l'ozone à haute dose ont pris la coloration foncée du vieux bois, leur brisure est caractérisée brisure sèche, c'est-à-dire à esquilles courtes, bien différente de la brisure du bois naturel.

On sait d'autre part que tels sont les caractères des bois laissés pendant 20 ou 30 ans en chantier: ces bois deviennent cassants et ne peuvent plus convenir pour certains usages industriels.

Il convient d'ajouter que cette nature cassante que prend le bois peut avoir pour certains usages spéciaux des avantages qui ne sont pas encore précisés et sur lesquels des observations sont en cours.

MINÉRALOGIE. — *Sur la* bœhmite *des bauxites*. Note de MM. **Raymond Hocart** et **Jacques de Lapparent**, présentée par M. Pierre Termier.

L'un de nous a indiqué (¹) l'existence, en certaines bauxites, de cristaux microscopiques d'un mono-hydrate d'alumine ($Al^2O^3H^2O$) qu'il nommait *bœhmite*, de symétrie orthorhombique mais différant du *diaspore* par certaines de ses propriétés.



Type des cristaux de bœhmite sur lesquels a porté l'expérience des rayons X. On assimile le plan de la projection à h^1 (100). La face supérieure représente p (001); c'est le plan des axes optiques, n_g étant parallèle à l'allongement du cristal. g^1 (010) est une direction de clivage facile. La longueur des cristaux oscille entre 1 et 4 centièmes de millimètre.

Auparavant, Bœhm, étudiant (²) les radiogrammes réalisés par l'action des rayons X (procédé Debye et Scherrer) sur certains hydrates d'alumine et sur des bauxites, avait montré qu'on pouvait en déduire l'existence d'un mono-hydrate d'alumine qu'il nommait *bauxite*, homologue de la *lépidocrocite* ($Fe^2O^3H^2O$), le *diaspore* étant d'autre part l'homologue de la *gœthite*.

L'identité de la *bœhmite* et de la *bauxite* de Bœhm paraissait infiniment probable mais elle n'était pas parfaitement démontrée. Elle vient de l'être.

Des radiogrammes obtenus par l'un de nous (procédé Debye et Scherrer) tant à partir de *lépidocrocite* que de *bœhmite* dont nous avions pu amasser des petits cristaux en nombre suffisant (bauxites de Péreille, Ariège) ont mis en évidence une correspondance de raies qui ne laisse aucun doute sur les rapports structuraux de ces deux minéraux. D'ailleurs, les raies du radio-

---

(¹) Jacques de Lapparent, *L'alumine hydratée des bauxites* (*Comptes rendus*, 184, 1927, p. 1661).

(²) Bœhm, *Ueber Aluminium und Eisenhydroxide* (*Zeitschrift für an. und allg. Chemie*, 149, 1925, p. 203).

gramme de *bœhmite* correspondent en outre à celles que l'on peut observer sur le radiogramme de *bauxite* obtenu par Bœhm.

Il ne peut donc maintenant rester aucun doute sur l'identité de la « bauxite » de Bœhm et de la *bœhmite*, et sur la composition de celle-ci.

Nous ajouterons que le diagnostic que l'un de nous avait fait du *diaspore* dans certaines bauxites du pays de Fenouillet s'est trouvé confirmé par un radiogramme de ces bauxites concurremment fait avec un radiogramme de *gœthite*. Et de la sorte se trouve parfaitement prouvée maintenant l'homologie de la *bœhmite* et de la *lépidocrocite* d'une part, du *diaspore* et de la *gœthite* d'autre part.

LITHOLOGIE. — *Nouvelles recherches sur les caractères pétrochimiques de la caldeira de Santorin.* Note (1) de M. **Constant Ktenas.**

La constitution lithologique de la caldeira de Santorin a été établie surtout par les travaux de Fouqué, et de MM. Lacroix et Washington. En poursuivant ces dernières années l'étude des laves tertiaires et quaternaires de la mer Égée, je me suis livré à des recherches sur la nature géologique et pétrochimique des éruptions les plus anciennes du volcan de Santorin. La présente Note donne un aperçu sommaire des résultats de mon étude.

Les produits volcaniques des premières phases d'activité sont soit acides, soit basiques. Les formations acides s'observent exclusivement dans la région d'Acrotiri (île de Théra). Elles appartiennent à des *dacitoïdes à hornblende*, le plus souvent oligoclasiques (a), plus rarement andésiniques (b), et à leurs tufs. Malgré leur acidité, ces laves sont riches en calcium, ce qui contraste avec les formations alcalines et hyperalcalines d'Antiparos (1), situées à une distance dépassant à peine 70^{km}.

Les laves basiques sont presque saturées, et, dans des cas très rares, à déficit de silice. L'étude détaillée de la région d'Acrotiri met en évidence que les formations acides sont postérieures à la *dacitoïde* (passant à andésite) *andésinique* de Mavro (c), et à l'*andésite labradorique* (d) et le *basalte andésinique* (e), qui composent le dôme ancien de Mavrorachidi [Analyses effectuées par M. Raoult (2)].

(1) Séance du 25 novembre 1929.
(2) *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 489.

	a.	b.	c.	d.	e.	f.
SiO^2	69,26	67,90	57,64	53,36	52,08	51,76
Al^2O^3	15,27	15,49	17,40	17,53	17,75	19,93
Fe^2O^3	0,80	1,98	2,49	2,00	2,76	3,87
FeO	2,27	1,44	4,33	5,28	5,62	4,37
MnO	0,13	0,13	0,18	0,22	0,26	0,22
MgO	0,51	0,72	2,83	5,22	7,48	3,98
CaO	3,32	3,64	7,84	9,94	9,80	10,38
Na^2O	4,68	4,85	3,50	3,12	3,10	2,90
K^2O	2,49	2,47	1,39	1,55	1,28	1,07
TiO^2	0,48	0,46	0,99	1,14	1,28	1,04
P^2O^5	0,08	0,12	0,09	0,18	0,07	0,36
H^2O+	0,90	0,56	1,32	0,37	0,85	0,16
H^2O-	0,22	0,36	0,29	0,35	0,12	0,13
	100,41	100,12	100,29	100,26	100,45	100,17

a............ I'.4.2'.4 : Bloc dans le trass d'Acrotiri.
b............ I'.4.2'.4 : Coulée du cap Kalami.
c............ II.4 (5).3'.4 : Formation de Mavro.
d............ II.'5.3 (4).4 : Dôme de Mavrorachidi.
e............ 'III.5.3'.4 : Lave scoriacée de Mavrorachidi.
f............ II.5.4.4 : Coulées inférieures du massif de Merovigli.

Les laves basiques sont également abondantes dans la partie orientale de la caldeira. Elles apparaissent à la base de la falaise intérieure de Théra en formant des coulées épaisses et des amas, depuis Athinios jusqu'au massif du petit Pr. Hélie. L'analyse *f* représente la composition chimique du type ordinaire de ces laves (*andésites labradoriques*).

Les laves plus récentes, qui ont alimenté le volcan de Santorin avant et après la formation de la caldeira, se rattachent à un type de magma dont le caractère chimique correspond à la moyenne des laves extrêmes différenciées des premières phases d'activité.

Minéralogiquement et chimiquement, les roches de Santorin appartiennent à la série calco-alcaline, elles se distinguent pourtant d'autres régions dacitiques-andésitiques d'une *teneur en soude plus grande*. Ce fait, établi déjà depuis longtemps (¹), n'est pas spécial au magma de Santorin. On l'observe également dans les laves des *autres centres volcaniques de l'arc sud-égéen*. Les moyennes données ci-après sont suffisamment expressives.

(¹) Voir surtout : Becke, Loewinson-Lessing, *Tschermaks miner. und. petr. Mitteilungen*, 18, 1899, p. 525, et 19, 1900, p. 177.

Provinces.	Golfe Saronique.	Milos.	Santorin.	Nisyros.	Martinique.	Matra (Hongrie).
Nombre d'analyses.	12	12	17	10	12	21
SiO^2.............	59,65	65,59	61,67	63,71	59,21	61,52
Na^2O............	3,54	3,47	3,81	3,58	3,06	3,20

Il me reste à rechercher le prolongement de cet arc éruptif vers le Nord, et à discuter ses rapports avec les gisements alcalins de la mer Egée.

PÉTROGRAPHIE. — *Note sur l'épigénie siliceuse conforme et non conforme des tests de Lamellibranches.* Note de M. **Maurice Couvreur**, présentée par M. L. Cayeux.

On peut essayer de classer les aspects variés que présente la silice épigénique des roches sédimentaires : il faut d'abord distinguer *la silice de substitution au ciment* de la roche qui forme un pointillé plus ou moins fin d'éléments cunéiformes (c'est la structure fondamentale des silex de la craie) et *la silice de substitution aux tests* ou fragments de tests antérieurement calcaires. Dans cette catégorie on peut trouver deux états principaux :

a. La silice largement cristallisée des cavités organiques (intérieur des coquilles, cellules végétales) ou *silice de remplissage* : elle consiste en orbicules calcédonieux à enroulements qui ne sont à l'échelle microscopique que l'équivalent du remplissage de cavités quelconques dans la roche par de la calcédoine ou des cristaux de quartz. Les sphéroïdes siliceux déformés par pression mutuelle sont habituellement de dimensions croissantes de la périphérie au centre de la cavité. Souvent aussi une structure de quartzite primitif (c'est-à-dire ne provenant pas du nourrissement de quartz clastiques préexistant comme dans les grès-quartzites) s'associe aux structures calcédonieuses.

Les Mollusques et notamment les Gastropodes étant formés d'assises superposées d'inégale solubilité et d'inégale cohésion peuvent donner lieu à des cristallisations siliceuses en éléments assez larges à la place même du test : ainsi dans les meulières les coquilles des Lymnées, même après épigénie totale, sont très facilement reconnaissables en lumière polarisée par les dimensions mêmes des éléments siliceux substitués, quartz ou calcédonite. Dans ce cas la dissolution du test calcaire a *précédé* la cristallisation de la silice, de peu de temps d'ailleurs selon toute vraisemblance.

b. La silice de substitution proprement dite à des éléments anatomiques primitivement en calcite ou en aragonite : c'est le cas le plus intéressant au point de vue de la détermination pétrographique des débris organiques.

Je n'ai pas observé même dans les tests de Lamellibranches les plus simples à structure prismatique tels que les Inoceramus, les Perna, de substitution massive au cours de laquelle un cristal de quartz ou un système calcédonieux remplacerait une unité organique de forme bien précise, telle qu'un prisme hexagonal.

Le comportement des Gastropodes et des Lamellibranches me paraît différent vis-à-vis de la silice.

Dans les premiers (Potamides du Lutétien supérieur) la substitution peut avoir lieu sous le mode *conforme* : c'est-à-dire que des globules siliceux s'alignent suivant les lignes directrices du test qui sont parallèles, comme s'ils avaient été guidés par la structure organique préexistante.

Dans les Lamellibranches, et aussi dans les Gastropodes (c'est-à-dire dans la majorité des cas), la silicification est *non conforme*, c'est-à-dire que des globules calcédonieux envahissent un tissu calcifié en le détruisant peu à peu. Si la silicification n'est pas poussée très loin on voit — en pleine silice — des traînées de poussières calcaires où l'on reconnaît la structure primitive. Cette corrosion par la silice ne se fait pas cependant absolument au hasard. D'abord elle commence à l'intérieur même des tests. Le *Pecten asper*, pour prendre un exemple concret, s'envahit symétriquement suivant deux bandes d'orbicules calcédonieux parallèles à la surface interne et à la surface externe respectant pendant un certain temps à la fois les portions tout à fait superficielles et les portions tout à fait profondes du test. Cela s'explique : les Pectinidés ont une microstructure fibreuse uniquement. Les fibres, relativement grossières et orientées parallèlement à la surface, s'arquent et forment des chevrons au niveau de chaque côte de sorte que le tissu est plus lâche à cet endroit, mais à une petite profondeur dans le test : c'est dans cette zone de moindre résistance que la silice s'infiltre d'abord et de là progresse en profondeur. Les coupes tangentielles montrent que les bandes silicifiées sont concentriques aux bandes structurales déterminées par les côtes et qu'elles *tournent* parallèlement aux fibres anatomiques mêmes de ces bandes. Mais les orbicules siliceux ont leurs fibres de calcédonite orientées n'importe comment; c'est le type d'une structure *non conforme* quant aux fibres et *conforme* quant aux bandes.

Je me borne à cet exemple caractéristique bien qu'on puisse trouver des faits analogues dans la silicification des Lamellibranches à *prismes*.

On peut donc conclure que l'épigénie siliceuse n'est pas livrée au hasard mais qu'elle tient compte de la structure des tests, d'une façon cependant assez compliquée dans le détail. Les tests *n'attirent* pas la silice mais au contraire sont des obstacles à sa pénétration; la silice digère la calcite par ses zones de moindre résistance de façon à réaliser sa forme la plus largement cristallisée, calcédoine ou mosaïque de quartz, *de préférence* à la forme microcristalline en grains punctiformes ou cunéiformes du silex ambiant.

GÉOLOGIE. — *Sur la Géologie de l'Irak*. Note de MM. **H. de Böckh** et **P. Viennot**, présentée par M. Henri Douvillé.

En 1925-1926, une mission internationale composée de 15 géologues était chargée d'étudier la géologie de l'Irak en vue de la prospection des gisements pétrolifères. L'un de nous (H. de Böckh) dirigeait cette mission; l'autre (P. Viennot) était le chef de la délégation française; MM. Noble et Shaw étaient à la tête des deux autres groupes. Notre situation nous a donné à tous deux l'opportunité de visiter ensemble une grande partie du royaume d'Irak (spécialement le vilayet de Mossoul), et de tenter, en utilisant nos propres observations et les matériaux réunis par nos collègues, une synthèse géologique de ce pays. Depuis le retour de la mission, une étude détaillée des microfaunes a été entreprise par l'un de nous (P. Viennot). M. H. Douvillé a bien voulu vérifier certaines déterminations importantes.

L'Irak se subdivise géologiquement en deux régions : vers le Sud-Ouest, la plaine désertique fait partie de la plate-forme d'Arabie, qui constitue une aire continentale et un avant-pays de la zone des collines du Nord-Est où se développent des plis parallèles formant la bordure des chaînes du géosynclinal iranien. La limite des deux régions est jalonnée par la longue ride du Djebel Hamrin. Des nappes se développent en Perse; elles atteignent la frontière orientale de l'Irak; devant leur zone frontale, du Trias et du Jurassique ont été récemment rencontrés.

Crétacé. — Dans la région plissée, des dépôts d'âge valanginien (*Duvalia dilatata*) ont été vus près de Sulaimanié; dans les niveaux plus élevés, quelques fossiles albiens ont été signalés. Au nord-est d'Arbil, nous avons observé une épaisse série calcaire dont la base est certainement cénomanienne (*Orbitolina concava*) et qui montre vers son sommet des sections de Rudistes peut-être turoniens. Le Crétacé plus élevé est représenté par un

épais complexe de marnes à Globigérines qui, dans le Qarah Chaugh Dagh, nous ont fourni *Rosalina Linnei;* ce Foraminifère, qui ne dépasse pas *en France* le Crétacé terminal, disparaît dans la partie haute des marnes où l'Éocène est vraisemblablement représenté. — Dans l'aire continentale, on a seulement observé des calcaires à *Loftusia persica* (Maëstrichtien), surmontés d'argiles rougeâtres qui correspondent peut-être à l'Éocène inférieur.

Éocène. — Dans la région plissée, les faciès de l'Éocène sont variés. Au nord-est d'Arbil, on voit, sur les marnes à Globigérines, un mince horizon calcaire lutétien à *Orbitolites complanatus*, surmonté de marnes et de grès où dominent les tons rouges. Dans le Qarah Chaugh Dagh, l'Éocène est vraisemblablement représenté par la partie haute des marnes à Globigérines. Mais on a rencontré ailleurs par sondages un faciès calcaire à *Discocyclina* cf. *Fortisi* et *Asterocyclina* cf. *stella* ou *stellaris* (Kirkuk), *Alveolina oblonga* (Quwair), *Nummulites Tchihatcheffi* (Dj. Atshan). — Dans l'aire continentale, l'Éocène est représenté par des calcaires à *N. distans*, *N. Gizehensis*, *Dictyoconoides* cf. *Cooki*, *Alveolina* sp.

Oligocène. — Il est représenté dans les djebels du sud-est de Mossoul par un calcaire qui paraît généralement concordant sur l'Éocène et qui nous a fourni, dans les sondages de Kirkuk, *N. incrassatus*, *N. intermedius*, *N. vascus*, avec des Lépidocyclines; dans le Qarah Chaugh Dagh, *N. intermedius* est accompagnée de *Eulepidina Raulini*, *E. dilatata*, et vers le haut, l'association de *E. formosa* et de *Cycloclypeus* paraît correspondre à l'Aquitanien. — Dans l'aire continentale, le calcaire à *N. intermedius* et *Eul.* cf. *Raulini*, très peu épais, existe dans la vallée de l'Euphrate en amont de Hit, surmonté d'un horizon coralligène. Mais, vers le Sud, l'Oligocène manque.

Miocène. — Vers le début du Miocène intervinrent des phénomènes d'érosion, datés avec précision dans le Qarah Chaugh Dagh; là, en effet, l'Oligocène est surmonté par un calcaire du Burdigalien inférieur (niveau d'*Asmari* de la Perse) avec *Pecten*, *Scutella*, et dont la microfaune paraît à la fois très constante et très caractéristique : *Trillina Howchini*, *Orbiculina adunca*, *Dendritina*, *Spirolina*, etc. Un peu au-dessus de sa base, ce calcaire présente deux intercalations de conglomérats à éléments de calcaire oligocène. Les sondages ont montré que les conglomérats se développent dans la région de Kirkuk, tandis que les calcaires massifs diminuent ou disparaissent. A la frontière persane (Tangao) un épisode lagunaire avec gypse, apparemment contemporain des conglomérats, se place sous l'horizon de calcaire néritique. — Dans l'aire continentale, le calcaire burdigalien (calcaire de l'Euphrate) est très mince et conserve la même faune; il est

transgressif sur l'Oligocène vers Hit et en amont, sur l'Éocène vers l'aval.

Au calcaire d'Asmari fait suite, dans la zone plissée, un épais complexe de sédiments où se manifeste une dessalure progressive, et dont les subdivisions ont été établies antérieurement en Perse. Le *Lower Fars* lagunaire comporte des alternances de bancs de marnes et de gypse, avec de l'anhydrite et du sel, et, surtout à la base, des intercalations plus ou moins lenticulaires de calcaires très néritiques à *Ostrea latimarginata*, *Balanus* sp., Ostracodes, établissant la transition avec le régime marin de l'Asmari. Au-dessus, on passe à l'*Upper Fars*, ensemble de bancs marneux et gréseux, rouges et verts, déposés en eau généralement douce, où la stratification entre-croisée est la règle, et où les fossiles sont très rares : Ostracodes, Oogones de *Chara*. Toutefois, un banc de marnes à *Ostrea gingensis* a été rencontré dans le Dj. Hamrin. Vers le haut, les sédiments se chargent de galets, et l'on passe ainsi aux dépôts du *Bakhtiari*, composés de marnes, grès et conglomérats à éléments de radiolarites, de silex, de calcaires crétacés et éocènes, etc.; la flore et la faune (Chara, Ostracodes, Paludines, Limnées, Planorbes) sont très pauvres; toutefois, des molaires d'*Hipparion* ont été trouvées dans le Dj. Hamrin. L'ensemble précédent, dont l'épaisseur totale atteint localement 4000^m, débute au Burdigalien supérieur par le Lower Fars, et se poursuit jusqu'au Pontien. Des discordances secondaires sont observables, surtout dans le Bakhtiari. — Dans l'aire continentale, le Fars est représenté par une mince série marno-gypseuse en bas, marno-gréseuse en haut; le Bakhtiari manque.

Tectonique. — Dans la zone des collines, toute la série sédimentaire, *jusqu'au Pontien inclusivement*, est plissée. Les anticlinaux simples, plus ou moins dissymétriques et poussés vers l'aire continentale, se caractérisent généralement par un comportement spécial du Lower Fars lagunaire, accumulé dans leur zone axiale érodée en plissottements capricieux, souvent intensifiés jusqu'à un véritable écoulement sur le flanc SW.

A la suite de cette Communication, M. **H. Douvillé** rappelle les très importants travaux sur la *Géologie de la Perse* que de Morgan a publiés en 1905 à la suite de la Mission scientifique dont il avait été chargé et des explorations qu'il a poursuivies en 1889-1891. Dès 1891 et 1892 (*Annales des Mines*, 50, p. 227) il signalait l'existence d'une zone pétrolifère tout le long de la chaîne du Zagros, à la séparation de la Perse et de la Turquie, et il précisait les conditions de ce gisement dans un anticlinal du Miocène.

En 1905 il indiquait que la zone pétrolifère se prolonge au Nord jusqu'à Mossoul et au Sud dans la Suriane et il ajoutait tristement : « J'apprends qu'une société anglaise en opérant des sondages (près de la source qu'il avait signalée) vient de rencontrer le naphte en abondance. » En France ses observations étaient restées inaperçues.

GÉOLOGIE. — *La position des grès paléozoïques au Nord du moyen Niger (Soudan français).* Note de M. **Raymond Furon**, présentée par M. L. Cayeux.

Les plateaux du Soudan occidental (Bamako, Banamba, Koulikoro), constitués par des grès siliceux paléozoïques, se terminent vers l'Est par des falaises, à peu près à mi-chemin entre Koulikoro et Ségou.

Au delà de ces falaises s'étend une grande plaine, mesurant 600^{km} de longueur et 200^{km} de largeur, limitée au Nord par la falaise de grès de Néma, au Sud par les collines situées entre le Niger et le Bani.

C'est dans cette plaine que le cours du Niger a évolué, s'infléchissant constamment vers le Sud-Est, après avoir abandonné le Hodh et le Djouf ([1]).

Deux reconnaissances exécutées dans ces régions inconnues au point de vue géologique m'ont renseigné sur la position des grès siliceux paléozoïques dits horizontaux et les formations qui leur sont postérieures.

a. De Ségou au nord de Sokolo (120^{km}). — Partant du Niger, la plaine descend en pente douce vers le Nord. Des sables argileux récents contenant des concrétions calcarifères semblables aux poupées du loess recouvrent des argiles tertiaires. Les grès anciens n'affleurent nulle part entre Ségou et Sokolo, mais j'ai pu déterminer leur situation en étudiant tous les puits situés le long de la piste.

Voici leur position en allant du Sud vers le Nord :

Tosma	-15^{m}
Korodougou	-30
Molodo	-34
Niébébougou	-45
Kandiourou	-55

([1]) Raymond Furon, *Le delta fossile du Niger sahélien* (*Comptes rendus*, 187, 1928, p. 951-953).

A Sokolo, les puits profonds de 26, 27 et 28^m n'atteignent pas les grès.

Un peu plus au Nord, le puits de Famembougou touche les grès siliceux à -76^m.

A 55^{km} au Nord-Est de Sokolo, sur la piste de Nampala, il existe un affleurement gréseux dirigé Ouest-Est et, de nouveau, ce sont de grandes épaisseurs d'alluvions argilo-sableuses.

b. De Ké-Macina à la mare de Guellou (200^{km}). — Dans cette région souvent encombrée de dunes mortes, les puits sont généralement moins profonds et n'atteignent pas les grès.

Ce n'est qu'à 30^{km} au nord de Dioura que j'ai retrouvé un affleurement gréseux, exactement dans l'alignement de celui signalé ci-dessus au Nord de Sokolo. Ces grès, tendres, sont relativement récents, associés aux argiles tertiaires. Au Nord de cette bande de grès, les formations sableuses et argileuses ont plus de 50^m de puissance.

Conclusions. — La plaine qui s'étend au Nord du moyen Niger jusqu'à la falaise tectonique gréseuse de Néma est constituée par des alluvions argilo-sableuses tertiaires et quaternaires. Ces alluvions, dont l'épaisseur atteint 80^m, reposent sur un banc de grès siliceux paléozoïque, incliné en pente douce vers le Nord.

GÉOLOGIE. — *Présence de la glauconie dans les sables pliocènes de Bretagne.* Note de M. Y. **Milon**, présentée par M. L. Cayeux.

J'ai signalé en 1926 [1] la présence de glauconie dans les faluns vindoboniens de Bretagne, et indiqué que ce minéral devrait être recherché dans les sables du Pb des cartes géologiques. En traitant par l'acide chlorhydrique un grand nombre d'échantillons de sables rouges, j'ai pu mettre en évidence, dans certains cas, des grains de glauconie, souvent abondants, toujours altérés et revêtus d'une pellicule d'oxyde de fer qui ne disparaît qu'après le traitement à l'acide. Ces grains ont fréquemment l'aspect de moulages de foraminifères, leurs dimensions moyennes varient de 2 à 4^{μ}.

J'ai reconnu la présence de la glauconie en quantité notable dans les sables provenant des localités suivantes : 1° en Ille-et-Vilaine : Apigné,

(1) Y. Milon, *Présence de la glauconie dans les faluns vindoboniens de Bretagne* (*Comptes rendus*, 183, 1926, p. 1043); *Nouveaux gisements de faluns à Plouasne* (*Côtes-du-Nord*) *et présence de la glauconie dans les faluns de Bretagne* (*Bull. Soc. Géol. Min. de Bretagne*, 6, 1925 [1927], p. 261-264).

Andouillé, Gahard, Guichen, Bourg-des-Comptes, Saint-Malo-de-Phily, Pancé, Langon, Ercé-en-Lamée; 2° dans le Morbihan, à Saint-Jean-la-Poterie; 3° dans les Côtes-du-Nord, au Quiou; 4° dans le Maine-et-Loire : aux environs de Candé, aux abords de la vallée de l'Erdre.

Ces observations et l'étude des sables sur le terrain appellent les remarques suivantes :

1° Certains sables rouges doivent leur couleur, dans la zone des échanges, à l'altération de la glauconie, dont la présence n'avait pas été remarquée jusqu'alors à cause de cette altération.

2° Ces sables, qui ravinent les faluns vindoboniens, sont tantôt de même âge, tantôt plus récents que les faluns rédoniens rangés actuellement dans le Pliocène inférieur. Dans toute la zone étudiée les sables pliocènes doivent être en majeure partie marins, et la mer pliocène a dû avoir, comme l'indique M. Barrois (1), une grande extension en Bretagne, extension qu'il sera possible de préciser, surtout vers l'Ouest, en recherchant la glauconie des sables.

3° Les sables marins pliocènes ont remblayé sur une grande hauteur (dont le maximum constaté est actuellement de 96^{m} à Pancé) un relief antépliocène, exhumé depuis partiellement par l'érosion. L'ancienneté de ce relief est attestée par les placages de sables marins conservés au flanc de nombreuses barres grèseuses, en bordure de dépressions importantes, et même dans certaines cluses étroites.

4° Les matériaux de ce remblaiement ont été démantelés, ravinés, et repris au Quaternaire. Les terrasses de la Vilaine, par exemple, ont été fréquemment entaillées dans ces dépôts meubles remaniés en surface. Parfois les matériaux pliocènes ont dû être repris presque sur place, et les formations quaternaires sont formées, en grande partie, du lavage de dépôts antérieurs. Cette origine expliquerait la présence dans des formations considérées comme uniquement alluvionnaires et récentes (au Sud-ouest de Rennes par exemple) de fossiles roulés ne pouvant provenir que du Sud, dans le sens inverse du courant de la Vilaine, mais en direction de l'avancée de la mer pliocène.

(1) Ch. Barrois, *Sur les plages soulevées de la côte occidentale du Finistère* (*Ann. Soc. Géol. Nord*, 9, 1882, p. 259).

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la présence de quatre incisives supérieures chez le* Mastodon (Tetrabelodon) turicensis *Schinz*. Note (¹) de MM. **G. Pontier** et **R. Anthony**, présentée par M. Barrois.

L'un de nous (G. Pontier) a signalé en 1926 chez un Mastodonte du Miocène européen (*Tetrabelodon turicensis* Schinz), dont il possède dans sa collection l'hémicrâne droit presque entier avec la mâchoire inférieure complète (provenance : Villefranche d'Astarac, dans le Gers-Calcaire de Simorre-Helvétien-Miocène moyen), la présence d'un îlot bien isolé de dentine situé en dedans de la défense normale, et qu'il pensait pouvoir représenter un vestige de l'incisive I des anciens Proboscidiens.

Outre l'hémicrâne droit presque entier il existe, séparément, du même spécimen, la partie des deux intermaxillaires interposée entre les défenses. Ayant dégagé récemment cette portion de la région faciale, nous avons mis à jour une grande partie de la base de deux incisives supplémentaires, l'une droite, l'autre gauche.

Notre examen de la pièce en question nous a conduit aux constatations suivantes :

1° Il existe de chaque côté chez le *Tetrabelo don turicensis* Schinz de Villefranche d'Astarac une incisive supplémentaire placée en dedans de la défense normale;

2° Les deux incisives supplémentaires droite et gauche sont symétriques quant à leur disposition et identiques quant à leur forme;

3° Elles sont constituées, tout comme les défenses normales, d'un ivoire typique orthodentine avec stries d'Owen très accusées;

4° Elles émergent des intermaxilliaires un peu moins en avant que les défenses normales;

5° Elles sont, à un même niveau approximatif de la région basale, de beaucoup moindre diamètre (36^{mm} et 24^{mm}) que celles-ci (112^{mm} et 101^{mm});

6° Elles suivent un trajet tel que, très écartées à leur racine, elles se rapprochent de plus en plus en allant vers leurs pointes;

7° Elles ont une courbure à concavité supérieure, comme les incisives de la mandibule et non pas à concavité inférieure comme les défenses supérieures normales;

8° Elles présentent une gouttière longitudinale interne très accusée dont l'inflexion intéresse toutes leurs couches constitutives.

Ajoutons enfin qu'on doit les considérer comme étant, ainsi que les défenses normales, aussi bien inférieures que supérieures, des dents à croissance continue.

(¹) Séance du 25 novembre 1929.

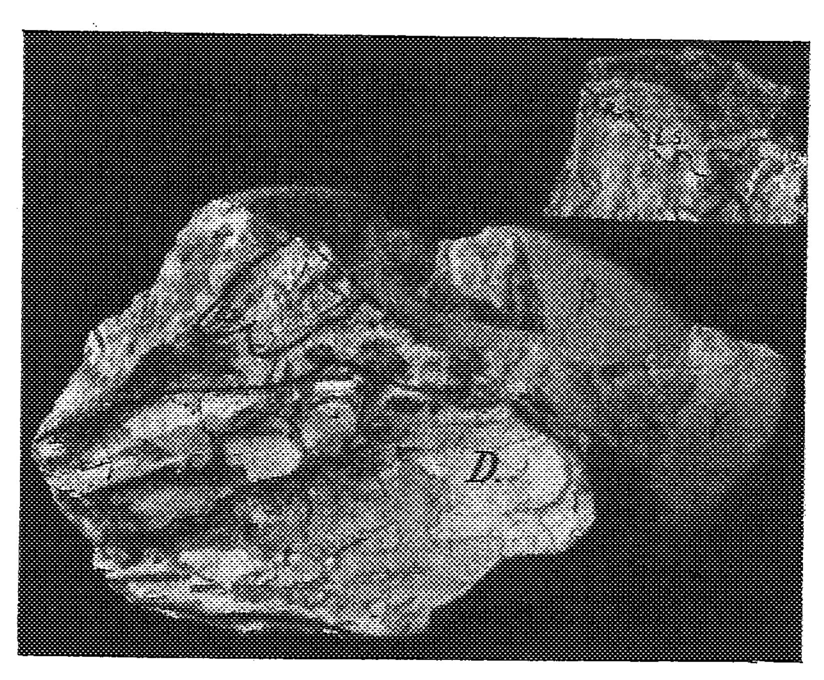


Fig. 1. — Portion de l'intermaxillaire interposée entre les défenses. Vue latérale droite $^1/_3$ de grandeur naturelle. La place occupée par la défense D a été cernée d'un trait noir; elle est encore garnie de nombreux et importants fragments de dentine. Le fragment de l'incisive supplémentaire *is* a également été cerné d'un trait noir; la dent se trouve sectionnée obliquement et l'on peut voir dans la dentine l'inflexion produite par la gouttière longitudinale interne. — α, β, γ soutiens en plâtre destinés à consolider la pièce suivant son bord supérieur gauche et en avant; *xy* direction de la section qui a été pratiquée dans l'incisive supplémentaire pour montrer la gouttière longitudinale interne et qui est réprésentée en grandeur naturelle dans le coin supérieur droit de la figure. Sur cette seconde représentation, la limite de la section du côté externe est marquée d'un trait plein et la limite de l'incisive supplémentaire *is* par rapport à la gangue G est indiquée par une série de points.

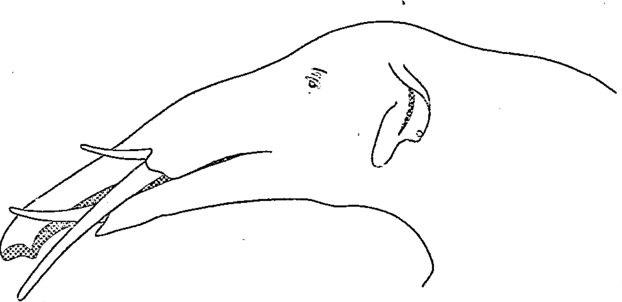


Fig. 2. — Essai de reconstitution du *Tetrabelodon turicensis* Schinz de Villefranche d'Astarac (inspiré de la reconstitution du *Tetrabelodon augustidens* Cuv. par O. Abel).

Des récentes recherches de l'un de nous (R. Anthony), il ressort que la défense supérieure *Elephantidæ* doit être assimilée, non pas à l'incisive 2, comme tout le monde s'accorde à le faire, mais à l'incisive 3 des anciens Proboscidiens (*Mœritherium*), leur prétendue incisive de lait qui se développe en avant et en dehors de la défense étant l'incisive 2 restée rudimentaire et qui disparaît de bonne heure; l'incisive supplémentaire interne du *Tetrabelodon turicensis* Schinz ne peut donc représenter que l'incisive I.

Tant qu'on n'aura pas eu l'occasion d'examiner la région intermaxillaire d'un autre spécimen bien conservé de cette espèce, il sera impossible de dire si la présence de deux incisives supérieures constitue un caractère normal du *Tetrabelodon turicensis* Schinz, ou si, au contraire, nous sommes en présence ici d'une très curieuse et exceptionnelle anomalie. La bilatéralité de la disposition et sa parfaite symétrie tendent pourtant à faire admettre la première de ces deux suppositions.

Nous avons cru bien faire en donnant un essai de reconstitution de la tête du *Tetrabelodon turicensis* Schinz de Villefranche d'Astarac; il est simplement destiné à mieux faire comprendre la disposition que nous venons de décrire.

CRYPTOGAMIE. — *Les préliminaires de la germination des spores dans le genre* Elaphomyces. Note de M. **Georges Malençon**, présentée par M. L. Mangin.

La germination des spores des champignons hypogés ascosporés n'a pas été souvent observée. Pour les *Elaphomyces* en particulier, les seules données que nous possédions résident dans les travaux de Hesse ([1]). Malheureusement, il est hors de doute que cet auteur s'est abusé sur ses observations et qu'il a incorporé à son sujet une multitude de faits qui lui étaient étrangers.

Devant l'insuffisance de ces renseignements nous avons désiré nous rendre compte des faits par nous-même. Bien que les essais de germination que nous avons entrepris dans cette intention ne nous aient pas encore donné de résultat positif, les spores mises en expérience ont déjà montré dans leur structure des modifications profondes qu'il nous paraît intéressant de signaler, car elles marquent un premier acheminement vers le but que nous poursuivons.

([1]) Hesse, *Die Hypogaeen Deutschlands*, II, p. 105 et 106.

D'ordinaire chez les champignons la plus grande partie du volume de la spore est réservée au plasma; chez les *Elaphomyces* on est, au contraire, surpris de l'espace extrêmement restreint qu'il emprunte. Quelle que soit l'espèce envisagée c'est, dans la spore libérée de sa thèque, une petite masse contractée, en laquelle il semble que toute activité soit éteinte, formant un nucléus central, amorphe, de 6 à $6^{\mu},5$ de diamètre. Autour se trouve une tunique incolore d'une épaisseur exceptionnelle puisqu'elle atteint $6^{\mu},5$ et qui constitue à elle seule la plus grande partie de l'organe. Enfin, à la périphérie, l'épispore vient enfermer le tout dans une croûte épaisse de 2^{μ}, dure, cassante, colorée et de structure complexe.

Dans l'*Élaphomyces variegatus* Vitt. sur lequel a surtout porté notre étude, ces spores offrent l'apparence de sphères de 18 à 24^{μ} de diamètre, à surface brun noir un peu rugueuse. L'eau les pénètre difficilement, aussi quand on les place dans un milieu humide restent-elles quelque temps sans manifester de réaction appréciable. Au bout d'une quinzaine de jours cependant, de sensibles changements se manifestent dans la plupart d'entre elles : le plasma a pris l'aspect d'une petite sphère de substance fluide très granuleuse limitée par une membrane incolore et, dans la partie qui lui est contiguë, l'épais revêtement hyalin s'est transformé en une molle gelée translucide.

La gélification s'étend par la suite à toute la masse du revêtement et bientôt celui-ci commence à subir au niveau de la membrane qui le sépare du protoplasme une digestion excessivement lente, à marche centrifuge, qui le fait disparaître graduellement. Alimentée par cette substance qu'elle s'assimile et qui, de ce fait, lui cède peu à peu de son volume, la poche plasmatique occupe une place toujours plus importante dans la spore; quelques fines granulations huileuses s'y montrent et se réunissent de bonne heure en globules plus visibles.

Après deux à trois mois d'un lent travail tout le revêtement hyalin est absorbé. Le plasma a perdu son apparence granuleuse, il est limpide, renferme une unique et volumineuse gouttelette d'huile et sa membrane est en contact avec l'épispore.

Avec leur enveloppe protectrice colorée, doublée d'une endospore mince et hyaline qui enferme un plasma abondant, les spores ressemblent maintenant à celles de la majorité des champignons. Parvenues à ce point, celles que nous avons mises en observation restent depuis plusieurs semaines sans montrer de nouveaux progrès. Un tel arrêt d'activité nous autorise à penser que le phénomène dont nous venons de décrire le processus n'appartient

pas à la germination et constitue plus vraisemblablement la phase ultime de la maturation. Celle-ci peut se poursuivre longtemps après la disparition des thèques, grâce aux réserves nutritives que la spore emporte autour de son plasma sous forme de l'épaisse tunique incolore dont nous venons de préciser le rôle et d'étudier la destinée. On a ici un achèvement d'évolution postérieur à l'existence du tissu fertile et similaire à celui déjà connu des *Sclérodermés*, dont les spores terminent leur développement après l'évanescence des basides. Toutefois, dans ce dernier groupe, la spore poursuit sans arrêt son organisation et n'entre en repos qu'après être parvenue à complète maturité.

Dans les *Elaphomyces*, au contraire, lorsque la thèque se détruit, l'ascospore n'utilise pas immédiatement les importantes réserves nutritives qu'elle emporte sous sa membrane; elle achève seulement de différencier son épispore et suspend aussitôt après son activité. Ce n'est que plus tard, après une période de sommeil qui lui est favorable pour supporter les rigueurs de la mauvaise saison, qu'elle reprend le cours momentanément interrompu de sa formation. La maturation a donc lieu en deux étapes bien séparées; la première s'effectue à l'intérieur de la thèque et la spore, une fois libre, doit encore accomplir la seconde avant de pouvoir produire le nouveau mycélium.

Par ailleurs, la disparition des réserves laisse le plasma beaucoup plus vulnérable en le privant de l'épaisse tunique qui le protégeait dans la spore au repos. Aussi croyons-nous que la germination doit suivre la maturité parfaite dans un délai relativement rapproché et que les deux phénomènes se commandent étroitement: c'est ce que nous nous efforçons de préciser dans les recherches que nous poursuivons.

Il ressort donc de nos observations que les spores des *Elaphomyces* offrent la particularité de se séparer des thèques avant le terme de leur évolution, qu'elle supportent ensuite une longue période d'inertie et, grâce à des réserves nutritives abritées sous leur épispore, qu'elles peuvent achever ultérieurement leur développement afin d'être aptes à remplir, au moment opportun, leurs fonctions germinatives.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *La teneur en acide cyanhydrique des* Lotus. Note (¹) de M. **Paul Guérin**, transmise par M. L. Mangin.

A la suite de nos recherches (²) et de celles des auteurs qui nous ont précédé sur la question, on sait aujourd'hui que l'acide cyanhydrique, à l'état de glucoside, est assez largement répandu dans le genre *Lotus*; on ne compte actuellement pas moins de quinze espèces possédant ce caractère. Nous avons effectué le dosage de l'acide cyanhydrique chez une douzaine d'entre elles et ce sont les résultats obtenus qui font l'objet de cette Note.

Chacune de nos opérations a porté, le plus souvent, sur 25^g de tiges feuillées qui, finement broyées, ont été mises à macérer durant 24 heures, dans 250^{cm^3} d'eau, à la température de 20-22°, dans un ballon pyrex, de 1^l. Il a été procédé ensuite à la distillation jusqu'à obtention de 80^{cm^3} environ de liquide. Le distillat, dont quelques centimètres cubes sont réservés pour la formation du bleu de Prusse, a été titré au moyen de la solution décinormale d'azotate d'argent.

L'acide cyanhydrique a été rencontré dans tous les échantillons de *L. corniculatus* L. examinés, quelle que soit leur provenance, mais en quantité très variable, en rapport, semble-t-il, avec les nombreuses formes que présente cette Légumineuse et sa dispersion aux diverses altitudes.

Récoltée au Croisic, dans les dunes limitrophes des marais salants ou des falaises, la plante n'a fourni qu'une très faible quantité d'acide cyanhydrique, $0^g,02$ et $0^g,04$ par kilogramme de plante fraîche (³). Nous n'avons obtenu que $0^g,086$ avec le *L. corniculatus* L. du col de Lhéris (1380^m d'altitude, près Bagnères-de-Bigorre) et $0^g,108$ avec celui du Soum de Monpelat (2474^m, près du lac d'Orédon, Hautes-Pyrénées). Des échantillons de la même espèce cultivée sur le plateau d'Asiago (1400^m environ, Italie du Nord) n'ont accusé que $0^g,16$ d'acide cyanhydrique. Mais la teneur en principe cyanhydrique du *Lotus* cultivé à Paris, ou provenant de Seine-et-Oise, de Seine-et-Marne, du Loir-et-Cher, de la Loire-Inférieure, de la Somme, est en général plus élevée, le plus souvent supérieure à $0^g,25$, les plus forts rendements observés étant $0^g,324$ et $0^g,334$ (⁴).

(¹) Séance du 25 novembre 1929.

(²) Paul Guérin, *L'acide cyanhydrique chez les* Lotus (*Comptes rendus*, **187**, 1928, p. 1158).

(³) Les quantités d'acide cyanhydrique mentionnées sont celles que fournit 1^{kg} de tiges feuillées, à l'état frais.

(⁴) H. E. Armstrong, E. Frankland Armstrong et Edw. Horton ont également constaté (*Proceedings of the Royal Society of London*, B, 84, 1911-1912, p. 471-

Le *Lotus Jacobœus* L. (du jardin botanique de Toulouse) n'a fourni que 0g,182 d'acide cyanhydrique, le *L. ornithopodioides* L. 0g,18 à 0g,25 et le *L. parviflorus* Desf. 0g,063 seulement. Chez les autres espèces étudiées, l'acide se rencontre en quantité plus élevée et supérieure à celle que donne le *L. corniculatus* L. ([1]).

Le *L. edulis* L., dont les graines encore jeunes sont comestibles et consommées comme les petits pois, semble être, parmi les *Lotus* qui ont fait l'objet de notre étude, celui dont les tiges feuillées renferment le plus d'acide cyanhydrique : 0g,702 (7 juillet), 0g,918 (20 juillet), 0g,756 (30 août), 0g,80 (15 octobre). Le *L. creticus* L. nous a donné, dans le courant de juillet, plus de 0g,60 d'acide cyanhydrique, 0g,45 à 0g,48 fin septembre, la proportion diminuant dans la suite pour atteindre 0g,35, le 16 novembre. Avec le *L. cytisoides* L. (*L. Allionii* Desv.), le rendement en acide cyanhydrique dépassait 0g,45 dans le courant de juillet et arrivait encore à 0g,26 au milieu de novembre.

Le *L. tenuis* Kit. peut être aussi considéré comme une espèce riche en acide cyanhydrique : 0g788 (fin août). Notons, chez le *L. filicaulis* Dur. 0g,533, chez le *L. mascaensis* Burchard 0g,463 et chez le *L. Requieni* Mauri 0g,29 à 0g, 36.

La recherche de l'acide cyanhydrique dans la racine fraîche nous a conduit à un résultat négatif avec les *L. corniculatus* L. et *L. edulis* L. Ce corps existe, au contraire, chez le *L. creticus* L, où nous avons pu en trouver, dans l'organe en question, jusqu'à 0g,453 par kilogramme, et aussi dans le *L. cytisoides* L. (0g,097, le 16 novembre).

Les observations relatives à la présence d'un glucoside cyanogénétique dans la corolle n'ont pu être poursuivies que chez le *L. corniculatus* L.

Privée du calice, des étamines et de l'ovaire, la fleur s'est montrée, à diverses reprises, plus riche en acide cyanhydrique que la feuille. Alors que des tiges feuillées provenant du Croisic ne contenaient que 0g,043 de ce principe, les pétales en accusaient 0g,189. Des échantillons d'Esbly (Seine-et-Marne) fournissaient, avec leurs feuilles, 0g,334 d'acide cyanhydrique alors que la corolle en renfermait près de 0g,80. Des feuilles de *L. corniculatus* L. récoltées à la fin de septembre à Doullens (Somme) donnaient 0g,25 alors que, dans les pétales, on constatait une dose d'acide cyanhydrique supérieure à 0g,40.

A leurs divers états de développement, la gousse, l'ovule et la graine se montrent, chez cette espèce, privés de principe cyanogénétique.

---

484) d'importantes variations quantitatives de l'acide cyanhydrique chez le *Lotus corniculatus* L. Des échantillons provenant de Norvège et d'Écosse se sont montrés totalement dépourvus de ce corps, comme conséquence peut-être, d'après eux, du climat. Les résultats que nous avons obtenus avec le *Lotus* des Pyrénées font songer également à une influence possible de l'altitude, et par conséquent, de la température, sur la teneur en glucoside cyanhydrique.

([1]) Les espèces autres que le *L. corniculatus* L. ont été cultivées au jardin botanique de la Faculté de Pharmacie ou m'ont été procurées par M. le professeur Bois, du Muséum d'Histoire naturelle.

Les résultats consignés dans cette Note semblent bien indiquer que l'époque de la récolte joue un grand rôle dans la teneur en acide cyanhydrique et laissent supposer que le climat (voisinage de la mer, hautes altitudes) n'est pas sans avoir lui-même une grande influence, ce qui a d'ailleurs été constaté par divers auteurs, chez les plantes à glucoside cyanogénétique. De plus, les résultats, parfois dissemblables, constatés sur un même lot de plantes, du jour au lendemain, ne trouvent guère leur explication que dans les variations du milieu ambiant (température, temps sombre ou ensoleillé) et il n'est pas impossible, non plus, que la teneur en principe cyanhydrique se modifie au cours de la journée.

D'autre part, la durée de la macération et la température à laquelle elle s'opère peuvent être aussi de nature à apporter quelques différences dans les résultats obtenus. Ce sont là autant de questions auxquelles les observations que nous poursuivons nous permettront sans doute de répondre.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *La chémothérapie des maladies des plantes par des colorants organiques.* Note de MM. **Georges Truffaut** et **I. Pastac**, présentée par M. L. Mangin.

Depuis longtemps les colorants organiques sont utilisés par les médecins et les vétérinaires, mais la chémothérapie des maladies des plantes était jusqu'à présent inexistante.

Les hyphes et les organes reproducteurs des champignons parasites se caractérisent souvent par un aspect velouté ou feutré à la surface des organes attaqués sur lesquels les solutions aqueuses roulent et glissent sans pénétrer. Or, nous avons constaté que des solutions convenables de certains colorants organiques non vitaux détruisent le protoplasme des champignons parasites, les tuent en les teignant, à la seule condition d'adhérer et de pénétrer.

Toutefois on peut remarquer que, quand il y a floculation, ces colorants cessent d'être actifs, ce qui confirme un fait classique en pharmacologie.

Pour choisir les colorants les plus efficaces, nous avons employé deux méthodes :

1° *Au laboratoire :* on introduit dans des cuvettes de verre, sans aucune précaution d'aseptie, le milieu de culture liquide de Raulin additionné d'une quantité variable de colorant à étudier. On immobilise le milieu par addition de gélose; on ensemence avec *Rhizopus nigricans* et *Penicillium glaucum*,

deux moisissures très résistantes aux agents chimiques. Le développement se fait, dans les cuvettes témoin, avant 48 heures.

Nous avons constaté que certains colorants inoffensifs pour les animaux supérieurs, tels que le tétraméthyldiaminotriphénylchlorométhane (vert solide, vert diamant, malachite, etc.), entravent tout développement jusqu'à la dilution de $\frac{1}{25000}$.

Sur des plantes parasitées, les solutions des colorants appliquées seules pour détruire les champignons parasites se montrent inefficaces. La tension superficielle de l'eau étant trop élevée, les solutions colorées n'adhèrent pas aux tissus parasités. Nous avons tenté d'associer les colorants actifs à des substances déjà utilisées et abaïssant la tension superficielle de l'eau tels que savons, mélasses, sulforicinates, etc. qui se sont montré inapplicables parce que trop sensibles aux influences chimiques.

Parmi les nouveaux adhésifs récemment introduits dans l'industrie chimique (brecolane, eucarnite, florhanine, hélion, iporite, léonyl, nékal, néomerpine, nilo, etc.), certains ont montré des particularités remarquables (résistance à la chaux, aux acides). On trouve parmi ces produits des substances qui, abaissant suffisamment la tension superficielle de l'eau, permettent de colorer et de tuer les champignons parasites.

2° *Dans la nature ;* Nous avons traité, avec de telles solutions dans les conditions normales des cultures en plein air, en pulvérisation, le blanc du rosier (*Sphærotheca pannosa*), le blanc du pois (*Erysiphe Polygoni*), le blanc du chêne, toutes maladies particulièrement tenaces.

Nous avons constaté qu'un grand nombre de colorants, efficaces contre ces parasites, provoquaient des brûlures sur les parties saines des feuilles, par exemple l'hexaméthyltriaminotriphénylchlorométhane (pyoctanine bleue, violet, cristallisé, etc.). Certains autres tels que le tétraméthyldiphénylméthylèneiminohydrochloré (pyoctanine dorée, auramine, etc.), tuent les parasites et ne déterminent aucune action nocive sur la plante hôte.

L'intérêt de ces premières constatations faisant entrevoir la curabilité des maladies des plantes nous a amené à traiter par cette méthode le mildiou (*Plasmopara viticola*) et l'oïdium de la vigne.

Après de nombreux essais dans les vignobles du Gard, en 1929, nous avons constaté que le mildiou était moins résistant aux colorants organiques que les divers blancs et que les *Rhizopus* et *Penicillium*. Par exemple le tétraméthylediphénylméthylèneiminohydrochloré (auramine) qui, vis-à-vis du *Rhizopus* s'est montré à peine efficace dans les dilutions au $\frac{1}{1000}$, détruisait encore le *Penonospora* en solution au $\frac{1}{3000}$.

Le premier traitement du mildiou avec de telles solutions colorées détruit les conidiophores, les conidies et le mycélium teints, même à l'intérieur des tissus parasités. La feuille porte, après traitement, des taches colorées à bords nets correspondant aux parties parasitées. Les parties non parasitées ne prennent pas le colorant.

Dans ces conditions de grande virulence, trois jours après le premier traitement, apparaissent à la périphérie des taches colorées de nouveaux conidiophores isolés non colorés. Il convient de procéder immédiatement à un deuxième traitement.

Ce deuxième traitement est curatif et suffit, sauf dans des cas de virulence extraordinaire où il en faut trois successifs. La feuille guérie continue ses fonctions, les parties colorées se subérisent.

En ce qui concerne l'*Oïdium Tuckeri*, la même méthode de traitement a donné des résultats plus intéressants encore. Il nous a été possible de guérir (disparition de l'amertume et de la dureté), dès le premier traitement, des grappes de raisin dont tous les grains n'étaient pas encore développés, mais dont certains étaient déjà fendus sous l'influence de l'oïdium. L'oïdium des feuilles disparaît au premier traitement. Le traitement des deux maladies peut être simultané.

Nous avons appliqué avec le même succès notre méthode au traitement des grains de blé parasités par les caries (*Tilletia fœtens* et *Triciti*). L'immersion des grains parasités dans les solutions colorées adhérentes, pendant deux heures, suivi d'un séchage à l'air, a montré la destruction complète, par teinture, des spores de la carie et une totale inocuité vis-à-vis des facultés germinatives des grains traités.

BOTANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur l'action des graines germées dans l'alimentation.* Note [1] de M. **Laurent Raybaud**.

Depuis une dizaine d'années, j'étudie l'action des graines germées dans la nourriture des animaux domestiques. Cette action, pour la plupart d'entre eux, est remarquablement tonique [2]. J'ai voulu connaître si les graines germées auraient la même influence dans l'alimentation humaine.

---

[1] Séance du 25 novembre 1929.

[2] L. Raybaud, *Emploi de l'avoine germée comme reconstituant des chevaux malades* (*C. R. Soc. Biol.*, 92, 1925, p. 437); *Sur la valeur alimentaire de l'avoine germée* (*ibid.*, 94, 1926, p. 665).

Les expériences entreprises depuis environ huit mois, m'ont engagé à faire connaître, dès maintenant, les résultats acquis, car ceux-ci permettent d'affirmer que les graines germées jouent un rôle tout aussi important sur les hommes que sur les animaux, et qu'elles paraissent agir à des doses très faibles, lorsque le mélange de graines est convenablement choisi. Les mélanges expérimentés, surtout composés de graines de céréales, sont déjà très efficaces à la dose quotidienne de 5 à 30^g suivant l'âge de l'individu. Cette dernière constatation est importante, les graines germées étant d'une digestibilité difficile.

Pour permettre d'utiliser ces graines germées, lorsqu'il s'agit de l'homme et même de certains animaux, il est indispensable qu'elles soient d'une aseptie parfaite. Le germoir à stérilisation automatique de laboratoire réalise ces conditions. Il fonctionne, dans les lieux convenablement chauffés, sans dépense d'énergie, en transformant un écoulement d'eau excessivement faible et partant très économique en un écoulement intermittent régulier beaucoup plus abondant. Grâce à ces chutes d'eau alternées et régulières, qui remplissent et vident automatiquement les cuves à germination, les graines sont mouillées, aérées, et par surcroît stérilisées, car un dispositif spécial permet à chaque mouillage de mélanger à l'eau le liquide désinfectant dans les proportions voulues (1). Ces graines remplacent avec des avantages évidents les décoctions de céréales, dont les propriétés sont indiscutées (2), car ces graines en germination possèdent toutes les vitamines principales connues en pleine activité, et leur action est remarquable, lorsqu'elles sont prises telles quelles à la sortie du germoir. Les individus rachitiques, scrofuleux, affaiblis, nerveux ou convalescents, qui peuvent en faire usage aux doses indiquées, sentent dans les 15 à 20 jours de ce régime alimentaire, leurs forces revenir; le visage est sainement coloré, les yeux s'animent, les fonctions intellectuelles s'accentuent, l'augmentation de poids est très sensible. Chez des enfants rachitiques, de 3 à 8 ans en particulier, dont le poids restait presque stationnaire, l'augmentation normale de ce poids a été brusquement décuplée. Je puis même ajouter que l'usage journalier de ces graines germées augmente notre résistance aux infections parasitaires. Ce fait est très remarquable en hiver où nous prenons peu d'aliments frais.

---

(1) L. Raybaud, *Germoir de laboratoire à stérilisation automatique* (*Revue générale de Botanique*, 40, 1928, p. 192).

(2) Maurice Springer, *Vitamines et décoctions de céréales* (*Académie de Médecine*, 89, 1923, p. 61).

Il était donc important de pouvoir faire absorber volontiers ces graines germées avec leurs vitamines, leurs diastases, leurs acides aminés et tous leurs éléments nutritifs dans les meilleures conditions de conservation. J'y suis parvenu, en les broyant et les mélangeant à froid avec des pâtisseries, qui sont confectionnées de telle sorte qu'une couche externe imperméable assure toutes les propriétés alimentaires des graines pendant environ deux semaines, ce qui est plus que suffisant pour permettre de les livrer à la consommation. Dans les hôpitaux, les sanatoria, les preventoria, les maternités et les crêches, les graines germées aseptiques et au besoin leur suc frais seront le complément indispensable d'une alimentation rationnelle. Il suffit d'expérimenter cette méthode si simple pour être convaincu de sa valeur.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur un type nouveau de Poisson fossile provenant du nord de Madagascar.* Note (¹) de M. **Jean Piveteau**, présentée par M. H. Douvillé.

Les formations permo-triasique du nord de Madagascar (région des Monts Andavakoera) ont fourni une abondante et magnifique faune de Poissons, grâce aux recherches de plusieurs explorateurs et géologues, parmi lesquels il convient de citer tout particulièrement MM. Gillot, Merle, Waterlot et Bésairie.

Cette faune ichthyologique, qui vient se placer stratigraphiquement entre celle du Permo-Carbonifère bien connue en France, en Europe centrale et en Angleterre, et celle du Trias moyen décrite du Spitzberg par E. A. Stensiö dans deux Mémoires fondamentaux, nous révèle des types de structure entièrement nouveaux et des associations de caractères imprévues sur des pièces remarquablement conservées et appartenant à des groupes variés. Son étude éclaire singulièrement l'histoire des Poissons ganoïdes et renouvelle maints problèmes d'Anatomie comparée.

Pour préciser ce qui va suivre, je rappelerai que l'on distingue très généralement, dans l'ensemble des Poissons ganoïdes, deux grands groupes : les Chondrostéens et les Holostéens. Les Chondrostéens peuvent être définis, entre autres caractères, par l'articulation du maxillaire avec le préopercule, par l'absence d'interopercule, et par des nageoires impaires dont le squelette interne comprend le plus souvent un plus grand nombre de rayons que le squelette externe. On passe de ce groupe à celui des Holostéens par les modifications suivantes : le maxillaire perd toute connexion avec le

(¹) Séance du 25 novembre 1929.

préopercule, les rayons externes et internes des nageoires dorsale et anale sont toujours en même nombre.

Dans son étude sur les Poissons fossiles de Madagascar, Priem a décrit [1], sous le nom de *Semionotus Labordei,* deux formes distinctes qui ne peuvent être en réalité rapportées à ce genre. Je me bornerai dans cette Note à l'examen de l'exemplaire représenté sur la planche VI, (*fig.* 1), du Mémoire de Priem, et pour lequel je propose le nom générique de *Parasemionotus*.

Par un grand nombre de caractères, cette forme est intermédiaire aux Chondrostéens considérés dans la famille des Paléoniscidés et aux Holostéens de la famille des Sémionotidés. Comme chez les Paléoniscidés, le maxillaire vient en contact avec le préopercule; il y a un interopercule comme chez les Holostéens et un prémaxillaire tout à fait comparable à celui du représentant actuel de ce groupe, le genre *Amia* de l'Amérique du Nord. La queue est très faiblement hétérocerque, les nageoires impaires sont de type holostéen.

Mais, par d'autres points, *Parasemionotus* se rapproche de formes encore plus évoluées que les Sémionotidés : la présence d'un supramaxillaire, la structure de la mandibule rappellent les Eugnathidés jurassiques et même des Téléostéens actuels.

Cette curieuse association de caractères fait de ce genre nouveau un type très différent de tous les Chondrostéens et Holostéens décrits jusqu'à ce jour. Il n'entre dans aucune famille connue.

L'articulation du maxillaire avec le préopercule, qui nous paraît être, parmi les caractères énumérés, le plus important, conduit à placer le genre *Parasemionotus* dans le groupe des Chondrostéens. Nous aurions ainsi un nouvel exemple de la grande variabilité morphologique de ce groupe, qui reproduit, tout en gardant son individualité, des types de structure que l'on croyait caractéristiques des groupes de Poissons plus élevés.

Au point de vue anatomique, l'étude de cette forme est non moins intéressante. L'interopercule, sur la signification morphologique duquel on a beaucoup discuté, depuis le débat célèbre entre Cuvier et Geoffroy Saint-Hilaire, nous apparaît comme un rayon branchiostège modifié; la cavité trigémino-faciale s'ouvre au-dessus d'un canal pour les muscles droits de l'œil (myodome) de petite taille; le crâne primordial est bien ossifié, sans qu'il soit possible de déterminer des traces de suture. Un pareil développe-

(1) *Annales de Paléontologie*, 13, 1924, p. 114.

ment de l'ossification vient confirmer un fait qui, depuis les travaux de Stensiö et de Watson, s'avère comme très général chez les Vertébrés inférieurs : dans un groupe déterminé, les formes géologiquement les plus anciennes sont celles qui ont le crâne primordial le plus ossifié.

PHYSIOLOGIE. — *Action des substances minérales sur le métabolisme azoté endogène.* Note de M. **Émile P. Terroine** et Mlle **Thérèse Reichert**, transmise par M. d'Arsonval.

Depuis que Voit, en 1860, a déclaré que l'adjonction de NaCl à l'alimentation entraînait une légère augmentation de la destruction des protides, de multiples études ont été faites sur l'influence des sels neutres, dont l'introduction ne menace pas l'équilibre acide-base de l'organisme, sur le métabolisme azoté. Mais d'une part ces travaux (Salkowski et Munk, Mayer, Dubelir, Pugliese, Pugliese et Coggi, Meraczewski, Straub, Gruber, Belli, Peschek, Abderhalden) aboutissent à des résultats souvent contradictoires; d'autre part, sauf la seule étude de Abderhalden, elles ne peuvent permettre aucune conclusion certaine, les sujets expérimentés n'étant pas placés au niveau de la dépense azotée endogène.

L'étude systématique du retentissement du métabolisme minéral sur le métabolisme azoté que nous avons entreprise exigeait tout d'abord une réponse précise quant à l'action exercée par les divers sels le plus souvent présents dans l'alimentation sur le métabolisme endogène. Pour obtenir cette réponse, nous avons opéré de la manière suivante :

Des rats adultes reçoivent une alimentation à peu près complètement déminéralisée, ne contenant pas de matières protéiques, mais couvrant largement les besoins énergétiques. Cette alimentation est ainsi constituée : amidon de riz déminéralisé par le procédé Wolf-Fernbach, 85; extrait de malt, 5; huile de foie de morue, 2; sciure de bois lavée, 8; quelques gouttes de jus de citron. Cette ration, administrée pendant une semaine au moins, permet de déterminer la valeur de la dépense azotée endogène en l'absence d'ingestion minérale. Pendant une autre semaine, la même ration est donnée, mais additionnée du sel ou du mélange de sels étudiés.

Nous avons examiné : d'une part, un mélange salin complexe qui couvre la totalité des besoins minéraux de l'organisme (NaCl, 11,6; KCl, 10,4; PO^4HK^2, 23,2; CO^3NaH, 2,9; SO^4K^2, 1,8; citrate de chaux, 34,8; citrate de magnésie, 9,4; citrate de fer, 5,8) et dont l'un de nous a préa-

lablement signalé les effets remarquables sur la croissance; d'autre part, les principaux éléments constituants de ce mélange et dans la quantité dans laquelle chacun d'eux est présent dans le mélange.

Nous donnerons dans un prochain Mémoire la totalité des résultats; on trouvera dans le tableau ci-dessous une expérience type pour chaque corps examiné.

	Dépense azotée endogène par kg-24 heures.		Variation en pour 100 du métabolisme azoté endogène lors de la présence de sels.
	Période sans sel.	Période avec sel.	
Mélange salin complet	0,369	0,273	—26
Na Cl	0,516	0,364	—29
K Cl	0,365	0,347	— 4
PO^4HK^2	0,410	0,320	—21
Citrate de chaux	0,500	0,416	—20
Citrate de magnésie	0,502	0,493	— 2
Citrate de fer	0,481	0,518	+ 7

Des valeurs ci-dessus rapportées, il est facile de voir que les matières minérales se comportent différemment suivant leur nature : les unes (NaCl, PO^4HK^2, Ca) permettent une économie très importante de la dépense azotée; les autres (KCl, Mg) sont sans action sensible; enfin, le fer augmente cette dépense. La présence de certains sels neutres peut donc exercer une influence importante sur le métabolisme endogène de l'azote.

En même temps qu'elle nous apporte une nouvelle preuve de la liaison des métabolismes, cette constatation montre que, parmi les différentes conditions à réaliser pour atteindre le niveau véritable du minimum d'azote, un certain apport salin doit être assuré, apport salin précisé en nature et en quantité. Le mélange salin complexe, ici étudié, ajouté à raison de $1^g,5$ par 10^g de ration alimentaire abaisse en effet de 26 pour 100 le taux de la destruction endogène des protides.

Comment expliquer une influence aussi importante d'une substance minérale (NaCl est aussi efficace à lui seule que le mélange salin complet) sur l'usure des tissus? Ne devrait-on pas, en particulier, rapprocher les résultats présentement rapportés de très intéressantes observations de Léon Blum et P. Grabar qui voient augmenter le taux de l'urée sanguine chaque fois qu'il y a appauvrissement de l'organisme en NaCl? Nous espérons de nos travaux en cours, la compréhension du mécanisme de cette action saline.

EMTOMOLOGIE. — *Les Acridiens migrateurs en Afrique française au cours de l'année* 1929. Note de M. **P. Vayssière**, présentée par M. P. Marchal.

Les invasions acridiennes que les territoires français ont subi en 1929 ont permis de faire des constatations intéressantes concernant la répartition géographique des espèces migratrices.

Le Criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria* Forsk.) a en Asie et en Afrique une aire de distribution particulièrement étendue surtout dans les régions orientales de ce dernier continent. Or, j'ai reçu des adultes roses (immatures) de l'Oubangui-Chari (A. E. F.). Ces insectes avaient été récoltés en janvier dernier dans des essaims extrêmement compacts qui atteignirent le 5° latitude nord. La direction des vols à l'arrivée était nettement NE-SW avec parfois un retour en sens inverse sans avoir commis de déprédation dans les régions les plus méridionales. Cette observation qui me fut communiquée par une Société agricole coloniale est de toute première importance, car le Criquet pèlerin, à ma connaissance, n'avait jamais été identifié en Afrique équatoriale française sauf dans la région du Tchad (15° l. N. environ 1000^{km}, au Nord). Doit-on supposer en l'absence totale de documentations que les vols observés près de l'équateur se sont formés à proximité de ce dernier lac où déjà Künckel d'Herculais localise un centre de multiplication? Ou bien, ces essaims proviennent-ils d'individus isolés (*S. gregaria*, ph. *flaviventris* Burm.) qui ont trouvé sur places des conditions favorables au passage à la forme grégaire et migratrice?

Des questions analogues se posent également au sujet des bandes acridiennes d'une autre espèce qui se sont montrées particulièrement nuisibles « dans tout le Soudan français et principalement dans les cercles en bordure du Niger au-dessous de Bamako » (Coleno, *in litt.*). Mon correspondant m'adresse des spécimens capturés dans un vol très important à Ségou le 31 octobre. Il s'agit typiquement de *Locusta migratoria*, ph. *migratorioides* Rch et Frm. Or, cette espèce n'avait jamais été signalée en Afrique occidentale française sous une forme grégaire qui avait été précédemment observée au Cameroun et au Togo. A Madagascar, elle est très active depuis quelques années et sa localisation insulaire lui a fait acquérir des caractères particuliers (*Locusta migratoria* var. *capito* Sauss.; Zolotarewsky, 1929).

La présence dûment constatée de cet Orthoptère grand migrateur au

Soudan français où, jusqu'à ces dernières années, on croyait ne rencontrer que *Schistocerca gregaria* est assez troublante et nécessite des recherches spéciales destinées à préciser en particulier l'origine des vols observés. Évidemment, on connaît déjà dans la même région des Acridiens solitaires et sédentaires qui correspondent à *L. migratoria*, ph. *danica* L. mais rien ne nous permet aujourd'hui d'établir pour le Soudan une relation de passage entre les *danica* du pays et les vols de *migratorioides* dont il vient d'être question.

Dois-je rappeler pour mettre en lumière la grande complexité du problème acridien en Afrique occidentale française que les insectes récoltés par J. Mimeur en 1922 et 1923 dans des essaims observés sur les territoires de Kayes et de Tambouctou n'étaient également pas des *S. gregaria* comme on le croyait alors, mais des *Anacridium mœstum* Serv., ss-esp. *melanorhodon* Walk. Cet Orthoptère n'avait jamais attiré l'attention en aucun point de son aire de distribution, fort vraisemblablement ainsi que le suggère Uvarov par le fait que l'on est en présence d'une espèce qui évolue vers la forme de grand migrateur, comparable à celle des deux espèces signalées dans les lignes précédentes.

Enfin, il ne faut pas oublier que l'Algérie et particulièrement le Maroc ont dû au printemps dernier soutenir une lutte énergique contre le Criquet marocain (*Dociostaurus marocanus* Thumb.) en mettant en œuvre tous les procédés de destruction que la routine locale et la science recommandent.

De très nombreux essaims de Criquets pèlerins sont, d'autre part, actuellement signalés en divers points de la zone d'extension connue de cet Insecte et plus particulièrement du Sahara et du Maroc méridional d'où ils menacent très sérieusement les régions nord-africaines.

L'ensemble de ces quelques faits concernant la distribution géographique des Acridiens montre que nous connaissons encore bien peu de choses sur les causes qui provoquent la formation des bandes migratrices : l'étude biologique de ces insectes se fait impérieusement sentir; elle permettra sans doute de prévoir dans l'avenir à plus ou moins longue échéance les invasions de Sauterelles. Aussi doit-on être reconnaissant à la Conférence nord-africaine de 1928 et à la Commission nationale d'étude des Calamités (novembre 1929), d'avoir émis le vœu qu'une mission scientifique soit d'urgence organisée afin de procéder à des recherches méthodiques sur l'évolution du Criquet pèlerin et des autres Acridiens migrateurs en écartant pour ce qui concerne cette mission toute préoccupation utilitaire de portée immédiate.

ZOOLOGIE. — *Sur le Chat sauvage de la Corse.*
Note de M. L. **Lavauden**, présentée par M. P. Marchal.

Aucun des auteurs qui ont écrit sur la faune mammalogique de la Corse n'y a signalé de Chat sauvage. Ni Forsyth-Major, ni Dehaut, ni L. Joleaud ne parlent de cet animal. En revanche, la présence dans cette île d'une espèce de Lynx a été plusieurs fois mentionnée. C'est à l'occasion de recherches que nous avions entreprises sur l'existence hypothétique du Lynx corse (¹) que nous avons reçu de M. Rey-Jouvin, professeur agrégé au Lycée de Bastia, la peau et le crâne d'un Chat sauvage femelle que nous avons reconnu appartenir à une espèce nouvelle. Nous l'avons nommée *Felis reyi* sp. nov. en l'honneur de l'auteur de cette très intéressante capture.

Ce Chat diffère absolument d'une part des formes du Chat sauvage de l'Europe continentale (*Felis silvestris* Schreb.), et d'autre part, chose tout à fait inattendue, du Chat sauvage de Sardaigne (*Felis sarda* Lataste).

Il diffère du premier par sa taille faible, son pelage très foncé, et la présence, aux pattes postérieures, de marques noires analogues à celles que présentent les Chats sauvages africains.

Il diffère du second, également par son pelage très foncé, par sa queue très courte, et par ses oreilles, dont le dos est brun foncé, *sans aucune trace de roux*.

Le Chat sauvage de Sardaigne est considéré par les auteurs, tantôt comme une espèce spéciale (²), tantôt comme une simple sous-espèce du Chat sauvage nord-africain (*Felis libyca* Forst.) (³), auquel il est, en tout état de cause, étroitement apparenté, alors que le Chat de Corse apparaît comme essentiellement différent.

Le *Felis reyi* est de taille relativement faible : longueur totale de la peau, $0^{m},85$. Poids : de 2^{kg} (petites ♀) à 5^{kg} (gros ♂) (⁴). La queue est courte

---

(¹) Existence que nous considérons aujourd'hui comme controuvée.

(²) Cf. Miller, *Catalogue of the Mammals of Western Europe*, Londres, 1912, p. 468.

(³) Cf. Trouessart, *Faune des Mammifères d'Europe*, Berlin, 1910, p. 101.

(⁴) Rappelons que le Chat sauvage de nos forêts françaises de l'Est peut atteindre jusqu'à 12^{kg}.

($0^m,27$). Le pelage est très foncé, ondé de gris et de brun, avec une ligne dorsale plus foncée, assez peu distincte. La face et les flancs sont lavés de roussâtre. Cette teinte se retrouve, sur tout le pelage, à la base des poils ; elle n'est pas visible si l'on n'écarte pas ceux-ci. La face plantaire des pattes postérieures présente une grande tache noire, s'étendant des doigts au talon. La partie postérieure des oreilles est brun noirâtre, très foncé. Le crâne est très voisin de celui du *Felis silvestris*.

Dimensions du type ♀ : longueur condylobasale, $0^m,080$; largeur totale (zygomatique), $0^m,070$.

Rappelons, du reste, que chez les Chats, les caractères crâniens et dentaires ont une faible valeur systématique (¹).

Type ♀, Forêt d'Aunes des bords de la lagune de Biguglia (Sud de Bastia), février 1929. Nous déposerons ce type au Muséum national d'Histoire naturelle.

Deux autres peaux de cette espèce ont été adressées par M. Rey-Jouvin au Muséum de Grenoble (Isère).

D'après les renseignements communiqués par M. Rey-Jouvin et aussi par M. Rotgès, conservateur des Eaux et Forêts à Ajaccio, le Chat sauvage n'est pas extrêmement rare en Corse, et se rencontre partout, aussi bien en haute montagne, dans la forêt, que dans le maquis des collines ou les buissons de la plaine.

Il est sans doute très singulier qu'il n'ait pas été signalé jusqu'ici. Il faut sans doute attribuer ce fait à ce que l'animal est très méfiant, et fuit l'homme; et aussi à ce que les chasseurs corses ne se donnent pas la peine de rechercher et de détruire un animal dont la fourrure n'a pas une grande valeur.

ZOOLOGIE. — *Le congre* caoutchouc. Note de M. **Ch. Pérard**, présentée par M. F. Mesnil.

On désigne, aux Halles de Paris, sous le nom de congre caoutchouc des poissons de l'espèce *Conger vulgaris* Cuv., présentant une altération spéciale qui s'observe uniquement sur les femelles adultes. Les animaux qui en sont atteints ont ordinairement la peau d'une coloration foncée, presque noire, le dos souvent bosselé, comme boursouflé, et une consistance caractéristique

(¹) Cf. Cabrera, *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, 23, 1923, p. 359; Note.

des masses musculaires. La chair du congre frais normal est d'une consistance ferme; ici au contraire la consistance rappelle celle du caoutchouc, d'où le nom qui est donné à ces poissons.

L'altération dont il s'agit n'est pas d'une grande fréquence. A certaines périodes de l'année, notamment en hiver, on peut en trouver 2 à 3 par semaine. Je n'en ai pas observé un seul cas en été.

Sur le marché, les congres caoutchouc sont très dépréciés. La chair examinée sur une coupe est cependant belle et parfaitement blanche, mais elle est humide. Après cuisson à l'eau bouillante, la chair reste blanche, mais la coupe est sèche. Le goût est celui du congre ordinaire.

L'examen microscopique du muscle ne permet d'apercevoir aucun parasite végétal ou animal. Les cultures de parcelles de tissu musculaire prélevées aseptiquement et ensemencées dans des milieux divers aérobies : bouillon ordinaire, bouillon-sang, bouillon de poisson, gélose ordinaire, gélose-sang; en anaérobies : gélose de Veillon, ne donnent lieu à aucun développement quand le poisson est frais.

D'après Smolensky, le tissu musculaire du congre normal contient en moyenne 71,45 pour 100 d'eau et 9,09 pour 100 de matières grasses, ce qui fait ranger le congre parmi les poissons gras.

Nos analyses de muscle de congre caoutchouc, faites en partie avec M. Guillerm, ont donné les moyennes suivantes :

Eau	86 pour 100
Graisse	$0^{gr},417$ »

La sole, la carpe et le brochet qui sont considérés comme étant des poissons essentiellement maigres, renferment une plus forte proportion de graisse. La consistance de caoutchouc semble donc être la conséquence de l'extraordinaire appauvrissement en graisse et de la richesse en eau du muscle qui, par ailleurs, a conservé son volume normal.

Quelles peuvent être les causes de ces modifications profondes de la composition du tissu musculaire?

L'examen des individus atteints de l'altération en question montre qu'il s'agit toujours de femelles dont les ovaires envahissent, et sur toute sa longueur, la plus grande partie de la cavité abdominale. On sait que le congre est énormément prolifique et que le nombre des œufs peut atteindre 8 millions par individu. On sait aussi (Mac Intosh et Masterman, 1897) que, contrairement à ce qui se passe chez la plupart des autres poissons, tous ces œufs deviennent mûrs en même temps, entraînant, au moment de la

maturité sexuelle, une énorme distention de la cavité abdominale et parfois la mort au moment de la ponte. Le poids total des ovaires mûrs peut dépasser le tiers du poids du poisson; Day relate même la mort, dans l'aquarium de Southport, d'une femelle pesant 15 livres et quart dont le poids des ovaires était de 7 livres.

Les ovaires de nos congres caoutchouc étaient composés d'un nombre incalculable d'œufs extrêmement petits, d'égale grosseur, mesurant, suivant les individus, de $0^{mm},25$ à $0^{mm},50$ de diamètre, noyés dans une quantité considérable de graisse. Il semble que toute la graisse de l'organisme se soit rassemblée dans l'ovaire pour participer à l'élaboration des éléments sexuels.

Tout ceci n'est pas sans rappeler ce qui se passe chez le saumon dont la reproduction a pu être l'objet d'études extrêmement précises. Par des expériences portant sur un grand nombre d'individus pêchés au cours de la migration de reproduction, dans les estuaires et dans les ruisseaux supérieurs où s'effectue la ponte, Noël Paton (1898) a mis en évidence les grands changements, surtout ceux qui concernent la graisse, qui se produisent dans l'organisme des reproducteurs pendant que celui-ci élabore les éléments sexuels.

Pour le congre, notre ignorance presque complète des conditions de la reproduction, des lieux de ponte et des migrations reproductrices possibles n'ont pas permis de faire des études du même ordre. Les observations que l'on peut faire sur les congres dits caoutchouc nous en paraissent d'autant plus intéressantes. Si l'on raisonne par analogie avec ce qui se passe chez le saumon, il ne semble pas douteux que l'altération du congre que nous signalons est le résultat de l'épuisement du muscle au bénéfice de l'ovaire dans lequel s'accumule la plus grande partie de la graisse.

Nos observations sont à rapprocher de celles de Cunningham qui, expérimentant sur des congres captifs dans le laboratoire de Plymouth, a constaté que les poissons qui meurent au cours de la maturité sexuelle ont subi une dégénérescence des tissus, une perte des dents et un ramollissement des os qu'il attribue en partie à l'inanition due à la captivité.

Pour nous, le congre caoutchouc ne semble pas être le résultat d'une altération pathologique, mais bien plutôt la conséquence de troubles d'ordre physiologique occasionnés par l'accumulation de réserves en vue du développement des éléments reproducteurs chez les femelles arrivées à l'état de maturité sexuelle.

On peut supposer que le nombre relativement petit de ces femelles cap-

turées est dû à ce que les frayères du congre, dont on ne connaît pas les emplacements, ne sont pas à proximité des lieux de pêche habituels.

Le fait qu'on n'observe pas de congres caoutchouc, c'est-à-dire de femelles reproductrices remplies d'œufs, aux Halles de Paris pendant les mois d'été, semblerait indiquer que ce poisson doit frayer au cours de l'hiver ou du printemps comme son proche parent l'anguille d'eau douce.

ZOOLOGIE. — *Étude cytologique de l'autofécondation chez* Limnæa auricularia *L.* Note de M. **Marc de Larambergue**, présentée par M. Caullery.

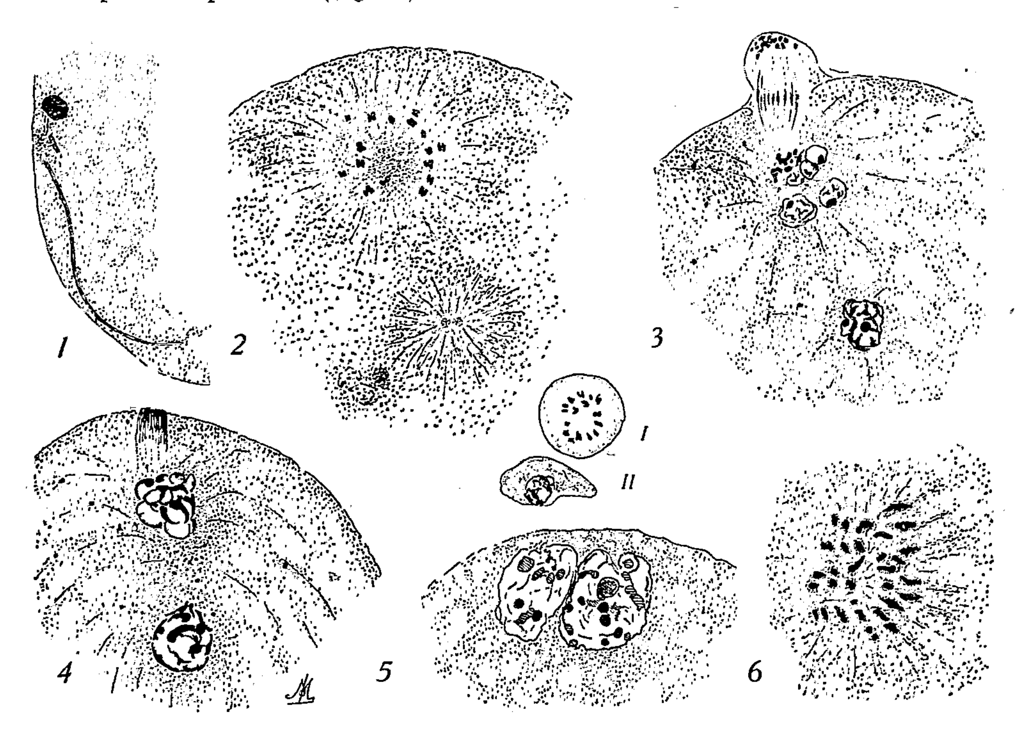
Depuis Oken (1817) on sait que les Limnées maintenues dès leur naissance dans des conditions excluant toute possibilité de fécondation croisée peuvent déposer des œufs viables. La possibilité d'une parthénogénèse, ou tout au moins d'une activation pseudogamique, avait été supposée par Pelseneer; la majorité des auteurs parlait d'autofécondation avec Colton. Restait à faire l'étude cytologique pour trancher cette alternative.

J'avais dans ce but, dès 1926, au cours d'autres occupations, élevé des *Limnæa stagnalis*, *palustris*, *auricularia*, en isolement et reconnu leur faculté d'autofécondation, lorsque E. D. Crabb, à la suite de recherches entreprises sur une plus vaste échelle, annonça la même conclusion, pour *L. stagnalis appressa* (1927) et *L. palustris* (1928); la priorité lui appartient donc sans conteste; mais je crois intéressant de décrire quelques stades de l'évolution du spermatozoïde dans l'œuf autofécondé de *L. auricularia*.

Lorsque l'œuf est pondu, sa vésicule germinative a déjà disparu, les chromosomes disposés à la périphérie du premier fuseau de maturation subissent une division hétérotypique. Dans le vitellus se rencontrent des fragments de la queue du spermatozoïde, dont la tête est devenue sphérique et se trouve encore presque en connexion avec l'un d'eux (*fig.* 1).

La première division de maturation aboutit à la formation d'un globule polaire sphérique, libre dans l'albumine entourant l'œuf. Je n'ai jamais observé la division de ce globule, dans lequel les chromosomes conservent longtemps une disposition circulaire (I, *fig.* 5). Pendant l'intercinèse, après une période de léger tassement, les chromosomes demeurés dans l'ovocyte subissent une division longitudinale et leurs deux moitiés restent groupées par paires; celles-ci, disposées en cercle au pôle animal, sont au nombre

de 16 ([1]) (*fig.* 2). Cependant les débris de queue du spermatozoïde ont achevé leur résorption, la tête subsistant seule devient plus difficile à identifier. A son voisinage, apparaît la première figure achromatique d'origine mâle que j'aie observée dans des œufs pondus; elle atteint sa taille maxima au cours de l'intercinèse, et se présente sous la forme d'un aster, parfois d'un petit amphiaster (*fig.* 2).



La deuxième division de maturation sépare les éléments chromosomiques individualisés pendant l'intercinèse. Le deuxième globule polaire (II, *fig.* 5) est le plus souvent réuni à l'ovule par un reste du fuseau (visible, *fig.* 4). Le pronucléus femelle s'organise au pôle animal, sous forme de caryomères contenant des granulations chromatiques, et dans le cytoplasme on voit maintenant le pronucléus mâle vésiculeux (*fig.* 3).

Ce dernier s'approche du pronucléus femelle, dont les vésicules se sont agglomérées en un amas grossièrement sphérique (*fig.* 4).

La copulation des pronucléi s'effectue au pôle animal et il devient malaisé de répartir en deux groupes, mâle et femelle, cet ensemble de caryomères.

([1]) J'ai également trouvé 16 chromosomes (nombre haploïde) chez *L. stagnalis* et *palustris*.

Dans certains cas favorables, on parvient cependant à distinguer deux groupes légèrement différents par la colorabilité ou la structure; puis, les pronucléi se simplifiant, il ne reste plus que deux volumineuses vésicules accolées (*fig.* 5).

Le noyau de segmentation qui résulte de la fusion des pronucléi se résout bientôt en chromosomes, entraînés au centre de l'œuf sur le premier fuseau de segmentation. Leur numération devient difficile; on peut cependant en compter 32 dans la figure 6, qui montre un des groupes anaphasiques de la première division de segmentation.

Tous ces stades de l'évolution du spermatozoïde fécondant sont identiques à ceux que révèle l'étude des œufs pondus après accouplement. Le développement des œufs autofécondés est absolument normal; toutes les fois que j'ai laissé intactes des pontes de Limnées vierges, l'éclosion et la croissance des jeunes ont suivi leur cours régulier. Colton a pu obtenir 47 générations autogames successives de *Limnæa columella*.

Les Limnées ne sont pas seules capables de se reproduire ainsi; Brumpt ([1]) vient de signaler l'autofécondation chez *Bullinus contortus* et l'on connaît plusieurs espèces appartenant aux genres *Arion*, *Limax*, *Helix*, *Zonites*, *Physa*, *Planorbis*, *Ancylus*, douées d'une faculté semblable. Ces observations soulèvent un nouveau problème : préciser la part de l'amphimixie et de l'autofécondation dans la libre reproduction de ces Pulmonés qui, dans les conditions naturelles, s'accouplent.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Le pouvoir-tampon du sérum.* Note ([2]) de MM. **W. Arciszewski** et **W. Kopaczewski**, présentée par M. d'Arsonval.

Nous avons constaté précédemment que la culture des microorganismes dans des milieux tels que les sucs des plantes ou le sérum de cheval, n'aboutit que tardivement à des modifications appréciables des caractères physicochimiques de ces milieux ([3]). Ce pouvoir-tampon, du sérum en particulier, s'exerçait non seulement contre les ions H^+ ou OH^-, fait bien connu, mais aussi contre les autres ions et contre toutes substances tendant à modifier la tension superficielle.

([1]) *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1012-1015.

([2]) Séance du 25 novembre 1929.

([3]) W. Kopaczewski, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 635.

Étant donnée l'importance de cette constatation, nous en avons repris l'étude. Nous avons examiné tout d'abord l'action des ions tels que H^+, OH^-, K^+, Cl^-, Ca^{++}, Ce^{+++}, SO^{4--} et PO^{4---} en concentrations allant de 0,00025M à 0,3M, puis, les effets d'addition des substances à tension superficielle basse, telles que le glycocholate de Na, la saponine, le valérianate de NH^4, la lécithine et le benzoate de Na.

Cette étude a été effectuée dans les conditions expérimentales suivantes : on prépare tout d'abord une série de solutions aqueuses de chacune des substances énumérées, dont les concentrations ont été rendues isoioniques (ayant la même conductibilité ou le même pH^+) ou isocapillaires (ayant la même tension superficielle) par rapport au sérum humain; on additionne, d'une part, le sérum et, d'autre part, cette solution isoionique ou isocapillaire de mêmes doses de la substance étudiée.

Étant donné le grand nombre de mesures à exécuter, parmi les méthodes employées certaines ont été simplifiées : le pH^+ a été mesuré par la méthode colorimétrique, contrôlée par la méthode potentiométrique, la concentration ionique globale par la conductibilité électrique et la tension superficielle, par la méthode des gouttes.

Voici les résultats obtenus de ces recherches, concernant le pouvoir-tampon du sérum humain contre les ions autres que les ions H^+ et OH^- et contre toute modification de sa tension superficielle (Tableaux I et II) :

Tableau I. — *Pouvoir-tampon du sérum humain pour les ions* K^+, Ca^{++}, Cl^- *et* SO^{4--} *à* 20° C.

Concentrations finales.	KCl. Solution isoionique.	Sérum.	$CaCl^2$. Solution soionique.	Sérum.	K^2SO^4. Solution isoionique.	Sérum.
mol						
0 ...	$118,0.10^{-4}$	$118,0.10^{-4}$	$118,0.10^{-4}$	$118,0.10^{-4}$	$118,0.10^{-4}$	$118,0.10^{-4}$
0,3 ...	603,7	439,3	-	-	-	-
0,2 ...	428,9	329,5	-	-	-	-
0,1 ...	273,8	229,0	358,2	281,0	-	-
0,075 ...	-	204,2	296,3	243,7	-	-
0,05 ...	186,3	171,9	231,2	200,0	200,0	192,1
0,025 ...	-	143,1	172,5	153,3	154,4	147,9
0,010 ...	128,3	127,5	134,7	126,4	126,5	123,2
0,0075...	-	125,0	130,4	123,5	122,5	117,5
0,0050...	121,6	123,4	121,6	118,1	112,1	108,8
0,0025...	-	120,3	119,4	114,3	109,1	106,4
0,0010...	116,8	117,0	115,2	110,2	105,8	105,5

TABLEAU II. — *Pouvoir-tampon du sérum humain pour les substances capillaires à 23° C.* (Glycocholate de Na).

Concentrations finales pour 100.	Tension superficielle en dynes/cm. Solution isocapillaire.	Sérum.
mol		
0	68,0	68,0
0,0005	63,6	68,3
0,0010	62,6	68,0
0,0015	58,5	67,2
0,0020	56,3	66,3
0,0025	55,9	65,7
0,0030	53,7	64,7
0,0035	52,8	64,4
0,0040	51,5	63,6
0,0045	50,8	62,1
0,0050	50,3	61,4
0,0100	49,7	49,4

De ces expériences nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

1° Le sérum humain peut être additionné soit d'un acide, soit d'une base en concentration environ M/2000, sans que sa concentration en ions H^+ ou OH^- soit modifiée;

2° Ce pouvoir-tampon s'exerce également contre d'autres ions; voici les concentrations finales que l'on peut introduire dans le sérum sans modifier sa conductibilité électrique :

KCl	M/100	K^2SO^4	M/1000
$CaCl^2$	M/200	K^3PO^4	M/200
$CeCl^3$	M/400		

Si nous calculons le pouvoir-tampon du sérum, en comparant les écarts entre les chiffres, obtenus par addition de mêmes doses, d'une part, à une solution isoionique et, d'autre part, au sérum humain, nous obtenons les valeurs suivantes pour la concentration finale 0,5 M :

	Écart en pour 100.		Écart en pour 100.
KCl	8,4	K^3PO^4	5,5
K^2SO^4	3,9	$CaCl^2$	13,5

Nous pouvons donc tirer la conclusion que les cations sont tamponnés plus énergiquement que les anions.

3° Le sérum s'oppose à toute variation notable de sa tension superficielle; voici les concentrations finales que l'on peut introduire dans le sérum sans modifier sa tension superficielle :

	Concentration pour 10000.		Concentration pour 10000.
Lecithine	0,5	Benzoate de Na	3,0
Glycocholate de Na	1,0	Saponine	5,0
Valérianate de NH^4	3,0		

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Recherches sur la phylloérythrine.* Note de M. L. **Marchlewski**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

J'ai décrit [1] autrefois une substance que j'ai isolée des matières fécales d'animaux herbivores et que j'ai appelée phylloérythrine. A en juger par la façon dont elle se comporte envers les rayons lumineux, cette substance doit être identique à la choléhématine que Mac Munn [2] a isolé de la bile. En étudiant la bile d'un mouton muni d'une fistule biliaire, j'ai pu me rendre compte que le pigment en question ne fait son apparition dans la bile que lorsque le fourrage dont se nourrit l'animal contient de la chlorophylle. Je pouvais donc conclure que la phylloérythrine était un produit de métabolisme de la chlorophylle.

J'ai pu fournir la preuve en continuant mes recherches que la bilipurpurine de Löbisch [3] était identique à la phylloérythrine.

La composition chimique de la phylloérythrine n'était pas connue, quoique d'autres auteurs eussent analysé la bilipurpurine et discuté sa formule. Quant à moi, je dus m'abstenir de me prononcer car je ne disposais pas d'une quantité suffisante de substance pour entreprendre des recherches approfondies.

J'avais acquis cependant la certitude que la phylloérythrine, et par conséquent aussi la bilipurpurine, contiennent du chlore lorsqu'on se sert de chloroforme pour les cristalliser.

J'ai perfectionné, depuis, les méthodes d'extraction de la phylloérythrine que je tire des matières fécales de vaches se nourrissant de plantes vertes, et j'en ai préparé une quantité suffisante pour en déterminer la composition élémentaire.

Si l'on parvient à isoler le pigment que contiennent les matières fécales, c'est qu'à l'état impur, et peut-être à l'état de chromogène, il est soluble dans le chloroforme. Après avoir évaporé l'extrait, il reste un résidu visqueux qui se dissout presque complètement lorsqu'il est traité encore une

(1) *Bull. intern. Acad. des Sc. de Cracovie*, 1903, p. 638; 1904, p. 276, 505.
(2) *Loc. cit.*, 1905, p. 743.
(3) *Sitz. Ber. d. Akad. d. Wiss. Wien*, **112**, 1903, p. 159.

fois par du chloroforme bouillant, de sorte que l'on obtient des cristaux violets de phylloérythrine. Une fois lavés avec du chloroforme, on les recristallise dans du chloroforme bouillant, ce qu'on réalise le plus avantageusement dans un extracteur de Soxhlet, pour économiser le dissolvant. Les cristaux ainsi obtenus sont cristallisés encore une fois de la même façon. Ils contiennent du chloroforme de cristallisation qui est si fortement lié à la molécule de pigment, qu'on ne peut pas l'en détacher en chauffant les cristaux à 100° dans le vide. Ils contiennent aussi une petite quantité de substances minérales.

Il résulte de ce qui précède que les cristaux étudiés contiennent de fortes quantités de chlore [1]. Cet élément n'est pas un composant fixe de la molécule de pigment, car il est possible d'obtenir une préparation qui n'en contienne pas. Pour cela, on dissout la phylloérythrine à base de chloroforme dans la pyridine à chaud, puis on verse cette solution rouge cerise dans une quantité dix fois supérieure d'alcool bouillant. Le pigment ne tarde pas à apparaître sous la forme de cristaux brillants, auxquels on applique encore deux fois le même procédé, après quoi on lave la préparation ainsi obtenue soigneusement avec de l'alcool, pour en écarter la pyridine. Ces cristaux séchés à une température de 110° atteignent très rapidement un poids fixe. Nous avons analysé plusieurs préparations et nous avons obtenu des valeurs moyennes s'accordant bien avec la formule : $C^{33}H^{34}N^{4}O^{3}$ de la phylloérythrine pure.

	Valeurs pour 100.	
	Trouvées.	Calculées.
C	73,52	74,15
H	4,49	4,36
N	10,45	10,49

La formule en question rend fort bien compte des résultats de l'analyse de la phylloérythrine à base de chloroforme. En effet la formule $(C^{33}H^{34}N^{4}O^{3})^{2}CHCl^{3}$ réclame 67,70 pour 100 de C; 5,81 pour 100 de H, 9,40 pour 100 de N et 9,57 pour 100 de Cl, tandis qu'on a trouvé 67,15 pour 100 de C, 5,71 pour 100 de H, 8,82 pour 100 de N et 8,87 pour 100 de Cl.

Le fait mérite de retenir l'attention que la formule ci-dessus rappelle beaucoup celle que j'ai réussi à calculer pour la phylloporphyrine $C^{32}H^{36}N^{4}O^{2}$.

Les deux espèces de phylloérythrine cristallisent d'une façon analogue; cependant, on peut noter certaines différences. J'ai décrit auparavant les

(1) Trouvé : Cl 8,80 pour 100 et 8,94 pour 100.

propriétés spectrales de la phylloérythrine et je m'occupe à présent de leur détermination quantitative. Ces propriétés ont permis à M. Noack [1] de tirer la conclusion très intéressante que la phylloérythrine se rapproche beaucoup de la protochlorophylle de Monteverde et Lubimenko.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence des sels neutres sur la séparation des protéines par la méthode à l'acétone.* Note de M. **Maurice Piettre**, transmise par M. Achard.

Nous avons dit antérieurement [2] que la séparations des protéines du sérum sanguin par la méthode à l'acétone repose essentiellement sur la *déminéralisation* du liquide aqueux dans lequel ces protéines sont dispersées, en grande partie grâce à la présence de sels minéraux. La précipitation à froid des protéines totales par l'acétone à $2^{vol},5$, a en effet pour résultat de les débarrasser d'un seul coup, de la presque totalité de NaCl et d'un tiers environ du carbonate alcalin. Une dernière précipitation par un seul volume d'acétone cette fois, accentue encore légèrement cette déminéralisation.

Il nous restait à étudier l'influence des sels neutres ajoutés au sérum ou au plasma avant de soumettre ces liquides à la méthode à l'acétone.

I. Le rôle des sels neutres (SO^4Mg, SO^4Na^2, SO^4Am^2, NaCl, etc.) employés à des *doses massives* pour la séparation des protéines est bien connu puisqu'il a conduit à la méthode aux sels due à Hofmeister, Starke, Michaïloff, Kauder, etc.

A côté de très précieux avantages apportés par cette méthode, se sont révélés dans la pratique des inconvénients dont le plus important, au point de vue analytique, se refère à la nécessité de fractionner les précipitations pour aboutir à l'isolement d'espèces chimiques pures.

Nous avons pu nous en rendre compte, en étudiant les précipités de pseudoglobuline obtenus par addition de solution de SO^4Am^2 au trois quarts saturée, à des sérums thérapeutiques dont on se proposait d'élever le titre antitoxique.

Ces précipités longuement dialysés étaient traités par la méthode à l'acétone.

Nous avons alors constaté que la pseudoglobuline ne représentait pas

(1) *Zeits. f. physiol. Chemie*, **182**, 1929, p. 13.
(2) Piettre et Vila, *Comptes rendus*, **170**, p. 1466 et **171**, 1920, p. 371.

une entité chimique mais se trouvait être un mélange des protéines sériques : globuline, myxoprotéine albumine.

II. Nos recherches actuelles ont porté sur l'influence des sels neutres utilisés à *faible concentration*, et nous avons choisi le $SO^4Mg.7aq.$ à la dose de 21^g par litre de plasma sanguin, rendu ainsi incoagulable suivant la technique du regretté Gessard.

Sur ce plasma de cheval, rendu parfaitement limpide par centrifugation, nous avons appliqué la méthode à l'acétone soit directement, soit après dialyse de SO^4Mg.

α. Le traitement *direct*, par précipitations successives, d'abord avec 2,5 puis 1 volume d'acétone, nous a conduit à un mélange comprenant à la fois le fibrinogène et les protéines du groupe globuline. Seule a pu être isolée la sérumalbumine, mais après sept purifications acétoniques et sans avoir éliminé les dernières traces de MgO dans les cendres. Le fibrinogène n'a été retrouvé que par un artifice expérimental.

β. L'élimination complète, par dialyse, du $SO^4Mg.7aq.$ ajouté, et en même temps du NaCl existant, nous a ramené au cas typique du traitement du sérum.

Deux échantillons de 25 et 50^{cm^3} de plasma ont été mis en œuvre, le départ de SO^4Mg a été suivi par le dosage de SO^4Ba.

	I. 25^{cm^3} plasma contenant 0,525 de $SO^4Mg.7aq.$ (SO^4Ba dosé).	II. 50^{cm^3} plasma à 1,05 de $SO^4Mg.7aq.$ (SO^4Ba dosé).
Après 24 heures	0,2754	»
» 48 heures	0,,864	0,6115
» 72 heures	0,1115	0,3645
» 96 heures	0,0165	0.0150

Pendant la dialyse, faite en chambre froide à $+2^o$, la fibrine est apparue très faiblement après 24 heures, pour devenir presque complète après 72 heures.

Le liquide contenu dans les dialyseurs, augmenté de 1 et de 3^{cm^3}, est centrifugé pour isoler la fibrine : 0^g1175 (soit 0,47 pour 100 de plasma) et 0,2268 (soit 0,453 pour 100). Appliquée comme d'habitude, la technique à l'acétone a permis de réparer, globuline, « myxoprotéine », albumine.

Deux particularités cependant méritent d'être signalées brièvement. Tandis que le plasma est aisément et complètement précipité, floculé à froid par $1^{vol},5$ d'acétone, le plasma dialysé ou sérum forme avec l'acétone

un *sol* protéinique qui, pour être précipité, exige environ 4 volumes d'acétone et un contact prolongé. En outre, la « myxoprotéine », dans ce milieu totalement déchloruré, précipite en gros flocons s'agglomérant en une masse moins visqueuse que normalement; cependant par addition de NaCl à 9 pour 1000, cette masse redevient visqueuse, translucide, se gonfle puis se disperse lentement.

Conclusion. — Au point de vue chimique, l'influence des sels est très importante dans la séparation des protéines par la méthode à l'acétone. De faibles quantités de sels neutres suffisent à empêcher, ou à rendre très pénible, l'isolement des protéines du groupe globuline.

Au point de vue physico-chimique, cette influence est sans doute plus grande encore. D'une part, après leur isolement, les protéines, sauf la sérum-albumine directement soluble dans l'eau pure, exigent d'être remises dans leurs ions (sérum globuline en alcalis, myxoprotéine en sels neutres) pour pouvoir être de nouveau dispersées plus ou moins complètement d'ailleurs. D'autre part, puisqu'il a été établi, par l'étude de l'ionisation des acides et des bases en présence de la sérum-albumine [1] notamment, que les protéines sériques ne donnent pas lieu à la formation d'ions comme le pensait J. Lœb (leurs molécules étant par conséquent dépourvues de charge électrique propre), les phénomènes d'émulsion, de suspension, de floculation, ou de gel, de gonflement, de dispersion, doivent être expliqués par l'*activité électrique des électrolytes adsorbés par ces matières qui, sans eux, resteraient inertes.*

MÉDECINE. — *Causes et conséquences de la surdité de Beethoven.* Note de M. **Marage**, transmise par M. d'Arsonval.

Dans deux Notes parues aux *Comptes rendus* [2] les 9 et 23 janvier 1928, j'ai déterminé la nature de la surdité de Beethoven.

A cette époque M. Romain Rolland corrigeait les épreuves du premier des quatre volumes qu'il devait consacrer aux œuvres de Beethoven; mes deux Notes lui ouvrirent des horizons nouveaux [2]. Il s'ensuivit entre nous une longue correspondance après laquelle le musicologue et le physiologiste

---

(1) Maurice Piettre, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1657; 188, 1929, p. 463.
(2) *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 110 et 266.

tombèrent d'accord sur la nature et l'origine probable de cette surdité (¹).

Cette question est traitée avec le plus grand détail dans le premier volume (²).

Voici ce qu'écrit M. Romain Rolland (²) :

Le procès-verbal d'autopsie, et les confidences, soit orales, soit écrites de Beethoven à quelques amis, sont les seules bases solides sur lesquelles puisse être bâtie une explication de la mystérieuse maladie. Bien des médecins et des musicologues s'y sont essayés... et cependant la lumière n'a pas été faite.... J'ai trouvé (dans les deux Notes de M. Marage) une confirmation par la science médicale, des résultats auxquels j'étais arrivé, de mon côté, par l'intuition psychologique, et l'analyse des phénomènes musicaux.

Je vais aujourd'hui :

1° Comparer mon diagnostic (otite interne) avec celui des autres médecins (otosclérose);

2° Chercher la cause probable de cette affection.

1° DIAGNOSTIC DIFFÉRENTIEL. — *a. Otosclérose.* — Le seul passage de l'autopsie (³) qui puisse se rapporter à l'otosclérose est le suivant :

« Le conduit auditif externe contenait des pellicules épidermiques brillantes, notamment dans la région du tympan, qui en était rendu invisible. »

Les bourdonnements dont se plaignait Beethoven ne sont pas ceux que l'on entend dans l'otosclérose.

Les médecins spécialistes n'ont pas ou ne se servent pas d'appareils précis pour mesurer l'acuité auditive : pour arriver à un diagnostic exact il fallait des instruments, et c'est ce qui m'a permis d'établir le genre de surdité de Beethoven en m'appuyant sur les renseignements fournis par lui et sur de nombreuses observations de cas analogues que je possédais.

On a dit que l'otite scléreuse ne débutait pas toujours par la perte des sons graves; ceci est vrai, lorsque avec l'otosclérose, il y a de la labyrinthite concomitante; mais ce sont alors deux maladies différentes dont les effets se superposent.

b. Otite interne. — En faveur de ce diagnostic, nous trouvons (⁴) tous les

(¹) BEETHOVEN, *Les grandes époques créatrices*, p. 287-313.

(²) *Loc cit.*, p. 288-289.

(³) Procès-verbal d'autopsie de Beethoven par le Dʳ Joh. Wagner, traduction du Dʳ Émile Wennagel, de la Faculté de Strasbourg.

(⁴) *Comptes rendus*, 186, 1928; p. 110.

écrits de Beethoven et de ses amis sur ses bourdonnements, le genre de courbe de sa surdité et les passages suivants de l'autopsie :

« ... On pouvait constater la même hyperémie dans toute la substance du rocher traversé de vaisseaux sanguins importants : et cela notamment dans la région du limaçon dont la lame spirale membraneuse apparaissait légèrement rouge.

» Les nerfs faciaux étaient d'épaisseur considérable; les acoustiques, au contraire, atrophiés et privés de myéline. Les artères acoustiques qui les accompagnent étaient distendues au point de dépasser le calibre d'un tuyau de plume de corbeau; elles étaient (de consistance) cartilagineuses. Le nerf acoustique gauche, beaucoup plus mince que le droit, avait pour origine trois filets très minces grisâtres, venant du quatrième ventricule; le nerf droit, une seule racine plus forte, d'un blanc clair. Leur zone d'origine, dans le quatrième ventricule du cerveau, était marquée par du tissu cérébral beaucoup plus ferme et plus hyperémié qu'alentour.... »

2° Cause probable de l'otite interne. — Un surmenage intensif des centres auditifs, qui finit par détruire un organe d'une sensibilité exquise.

Comme le dit fort bien M. Romain Rolland ([1]), c'est une véritable concentration yogiste à laquelle s'est soumis Beethoven; on en sait les dangers, et ce genre de concentration conduit parfois à l'apoplexie cérébrale ou à l'aliénation mentale.

« La conclusion à laquelle on se trouverait en ce cas amené, par la force des faits, serait celle-ci, bien autrement tragique que tout ce que cette glorieuse infortune a inspiré à l'imagination et à la pitié; la cause de cette infortune était Beethoven même : c'est son destin, c'est lui, comme un Œdipe, qui fit la catastrophe. Elle était dès le début, inscrite dans sa nature, comme une loi de son génie ([2]). »

Conclusion. — Les malades atteints de labyrinthite et de lésions des nerfs et des centres auditifs entendent par poussées des vibrations de toutes sortes, chants, musiques et bruits qui leur rendent la vie odieuse.

« Mais il n'est donné qu'à Beethoven de mettre en marche sur ces rythmes, les peuples de ses symphonies. Et c'est là le génie. Du chaos il a fait un monde ([3]). »

([1]) *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 266.
([2]) Romain Rolland, *loc. cit.*, p. 304.
([3]) Romain Rolland, *loc. cit.*, p. 309.

MÉDECINE. — *Mécanisme d'action du bistouri électrique à haute fréquence (effets thermiques et mécaniques des courants de haute fréquence sur les tissus).* Note de MM. **Ch. Champy** et **M. Heitz-Boyer**, transmise par M. d'Arsonval.

Employés dans un but destructif, c'est-à-dire avec une électrode effilée en forme de bistouri ou de pointe, les courants à haute fréquence produisent sur les éléments des tissus : 1° des effets *thermiques* de coagulation, déjà connus; 2° des effets *mécaniques* mal précisés, effet de *disruption* localisé au contact de l'électrode, effet d'*élongation* avec attrition des cellules s'étendant à distance : ce dernier effet paraît avoir jusqu'ici passé inaperçu.

Nous voudrions dans cette Note montrer la part respective qui, dans l'acte de sectionnement obtenu par le bistouri à haute fréquence, revient aux effets thermiques et mécaniques ainsi distingués.

Une bonne section chirurgicale des tissus par le bistouri à haute fréquence est déterminée essentiellement par des effets de disruption, accessoirement par une destruction thermique; les actions d'allongement ne jouent qu'un rôle secondaire.

L'importance respective de ces différents facteurs varie avec la nature du courant à haute fréquence employé, et il en résultera des modifications profondes dans la coupe obtenue.

Avec les ondes amorties utilisées en intensité forte, en diathermo-coagulation, les effets de coagulation thermique prédominent, masquant les phénomènes de disruption, dépassant même de beaucoup la zone où sont observés les effets d'élongation cellulaire, c'est-à-dire où se produisent à distance des effets mécaniques encore appréciables [1]; ils atteignent une intensité telle qu'ils gênent la progression de l'électrode sectionnante, allant jusqu'à l'arrêter bloquée dans une zone de carbonisation adhérente et isolante. D'autre part, tout autour de l'électrode, les tissus sont coagulés et nécrosés sur une très grande étendue. Ce mode de destruction, son intensité sont dus aux quantités considérables, quoique intermittentes, d'énergie qui passent au moment des pointes de tension caractéristiques des ondes amorties : la somme d'énergie ainsi développée cause une coagulation intense,

(1) Au contraire, avec ces mêmes courants utilisés en intensité faible et en tension forte, la zone d'élongation tend à dépasser celle de coagulation, et les effets mécaniques deviennent presque purs d'effets thermiques.

tandis que le caractère discontinu des trains d'ondes séparés par des longs silences atténuent les effets mécaniques. Ces constatations expliquent que *le bistouri à haute fréquence diathermique coupe mal, tout en détruisant beaucoup.*

Avec les *ondes entretenues*, les effets de coagulation thermique demeurent infimes, réduits à une mince couche microscopique à condition de ne pas laisser volontairement l'électrode agir longtemps au même point, ce qui est inutile vu la rapidité de la section ainsi obtenue. En revanche, les effets mécaniques de disruption sont intenses et rapides, tout en restant rigoureusement limités; du fait de la nécrose minime ainsi produite la coupe obtenue est strictement linéaire, condition nécessaire pour une section vraiment chirurgicale réclamant une réunion par première intention. Ces effets sont en rapport avec la continuité et la constance, d'énergie moyenne développée par ce mode de courant, et l'absence de silences prolongés. *Le bistouri à haute fréquence non diathermique coupe bien et détruit au minimum.*

Quant aux phénomènes d'*élongation* cellulaire, ils ne jouent guère de rôle dans la section; sans inconvénient pour obtenir une réunion par première intention, ils interviennent pour provoquer en partie une hémostase secondaire dont nous analyserons le mécanisme ultérieurement. Cette zone d'élongation cellulaire s'étend moins loin avec les ondes entretenues qu'avec les ondes amorties, car il semble que le maximum de cet effet d'allongement ait lieu au moment des pointes de tension très élevées que comporte seule la seconde modalité de courant.

En résumé, le bistouri à haute fréquence est réalisé au mieux pour sectionner avec les ondes entretenues, qui coupent les tissus grâce à des phénomènes mécaniques de disruption tissulaire, avec un minimum d'intervention des phénomènes thermiques. En revanche, ces ondes coagulant peu, le bistouri électrique réalisé avec elles est moins hémostatique immédiatement que celui réalisé par les ondes amorties (¹).

A 16h05m l'Académie se forme en Comité secret.

(¹) Étant sous-entendu « les ondes amorties de forte intensité », les seules capables de sectiouner.

COMITÉ SECRET.

La section de Chimie, par l'organe de son Doyen, présente la liste suivante de candidats à la place vacante par le décès de M. *Ch. Moureu* :

En première ligne	M. **Marcel Delépine**.
En seconde ligne	M. **Edmond Blaise**.
En troisième ligne, ex æquo par ordre alphabétique	MM. **Paul Lebeau**, **Robert Lespieau**, **Marc Tiffeneau**, **André Wahl**.

La discussion des titres de ces candidats est commencée.
Elle sera continuée à une date ultérieure.

La séance est levée à 17h30m.

E. P.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Publications périodiques reçues pendant l'année 1928 (*suite*).

Russie.

Kharkow. — *Journal chimique de l'Ukraine.*

Kieff. — Académie des sciences de l'Ukraine: *Mémoires de la classe des sciences physiques et mathématiques.*

— Forschungskatheder für Chemie : *Nachrichten.*

— *Scientific magazine-works of the Explorating chair of the history of European cultures.*

Krasnodar. — *Scientific Research.*

Leningrad. — Académie des sciences: *Priroda*, P 479[1]; *Bulletin*, B 2485; *Publications du Musée d'anthropologie et d'ethnographie Pierre-le-Grand*, P 841; *Comptes rendus*, C 628; *Mémoires*, C 667; *Travaux de la section géographique.*

— Comité géologique : *Rapport annuel sur les ressources minérales et les matériaux de l'U. R. S. S.*

— Institut de recherches géophysiques : *Bulletin géophysique*, B 2177[2].

— Institut physico-mathématique V. Steklov de l'Académie des Sciences de l'U. R. S. S. *Bulletin mensuel*, B 1023.

— Société russe de minéralogie : *Mémoires.*

— *Archives des sciences biologiques*, A 2157.

— *Journal de géophysique et de météorologie.*

— *Meteorological Review*, M 781[2].

Moscou. — Biologischen station zu Kossino : *Arbeiten*, A 1972[1].

— Institut des ingénieurs du transport : *Œuvres.*

— Institut d'État de médecine vétérinaire expérimentale : *Œuvres.*

— Laboratory of experimental biology of the Zoopark : *Transactions.*

— Section pour l'étude des maladies des porcs, de l'Institut expérimental vétérinaire : *Œuvres.*

— Société des amis des sciences naturelles d'anthropologie et d'ethnographie : *Mémoires de la section zoologique*, M 4707.

— Société mathématique : *Recueil mathématique*, R 255.

— *Journal of chemical industry*, J 727 *bis*[1].

— *Revue zoologique russe.*

Odessa. — Observatoire géophysique : *Bulletin.*

Perm. — Institut des recherches biologiques et de la station biologique de l'Université *Bulletin.*

Svierdlovsk. — Institut polytechnique de l'Oural : *Annales.*
Tiflis. — Geophysikalisches observatorium georgiens : *Seismiche Abteilung.*
Vladicaucase. — Station biologique du Caucase du Nord : *Travaux.*

Suède.

Göteborg. — *Kunglika vetenskaps och vitterhets samhälles Handlingar*, G 374.
Stockholm. — K. Svenska vetenskaps Akademiens : *Arkiv for astronomi, botanik, fysik*, B 331; *Årsbock*, K 67; *Handlingar*, S 775; *Skrifter i naturskydd-sarenden.*
— Observatorium : *Astronomiska iakttagelser och undersokningar*, A 2490.
— Sverige officiella statistik : *Social statistik*, S 777.
— Vetenskapsakademiens Nobel Institut : *Meddelanden*, M 168.
— *Acta mathematica*, A 126.
— *Archives des traditions populaires suédoises.*
— *Ekonomisk tidskrift*, E 151 *bis.*
— *Kunglika Sjoekarteverket Jordmagnetiska publikationer*, K 66[1].
— *Sveriges geologiska undersökning*, S 776.
Uppsala. — Societatis scientiarum upsaliensis : *Nova acta*, A 125.
— Université : *Bulletin mensuel des observations météorologiques*, B 2318.
— Statens meteorologisk hydrografiska anstalt : *Arsbok; Meddelanden*, M 174.
— *Observations météorologiques à Abisko*, A 67.

Suisse.

Bâle. — Société helvétique des sciences naturelles : *Publications de la commission géologique et de la commission géotechnique.*
— *Catalogue des écrits académiques suisses*, C 97.
— *Helvetica chimica acta*, H 52.
Berne. — Bibliothèque nationale suisse : *Catalogue; Rapport.*
— *Beitrage zur geologischen Karte der Schweiz*, B 55.
Genève. — Observatoire : *Publications*, O 29.
— Société astronomique Flammarion : *Bulletin*, B 1171[1].
— Société de physique et d'histoire naturelle : *Comptes rendus des séances*, C 665; *Mémoires*, M 511.
— *Archives des sciences physiques et naturelles*, B 313.
— *Observations météorologiques faites aux fortifications Saint-Maurice*, O 74.
Lausanne. — Société vaudoise des sciences naturelles : *Bulletin*, B 1862; *Mémoires*, M 558[1].
— *Suisse (La) industrielle et commerciale.*
Neuchatel. — Commission géodésique suisse : *Procès-verbal de la séance*, P 638.
Zurich. — Société helvétique des sciences naturelles : *Mémoires*, N 109.

Tchécoslovaquie.

BRNO. — École des hautes études vétérinaires : *Publications biologiques.*
— École supérieure d'agronomie : *Bulletin*, B 990'.
— Faculté de médecine : *Publications.*
— Université Masaryk : *Publications de la Faculté des sciences*, S 558.
PRAZE. — Académie tchèque des sciences : *Bulletin international*, B 2197.
— Observatoire astronomique : *Publications.*
— Office statistique : *Cenove zprawy*, C 127'; *Zprawy.*
— *Casopis ceskolovenske spolecnosti entomologicke*, C 85.
— *Casopis pro pestovani matematiky a fysiky*, C 89.
— *Hevezdarska Rocenka*, H 142.
— *Rosprawy ceske Akademia ved a umeni.*
— *Slavia.*

Turquie.

STAMBOUL. — *Revue technique du monopole des tabacs.*

Yougoslavie.

BELGRAD (Belgrade). — Institut seismologique universitaire : *Publications.*
SARAJEVO. — Union géodésique : *Bulletin sismique.*
ZAGREB. — Académie des sciences et des arts : *Djela*, D 230; *Ljetopis*, L 128; *Rad*, R 6.

ASIE.

Chine.

CHANG-HAI. — Observatoire de Zô-Sé : *Annales*, A 881.
HARBIN. — Central Library of the Chinese Eastern railway : *Bibliographical Bulletin.*
HONG KONG. — Royal Observatory : *Report of the Director*, R 460.
— *Meteorological Observations.*
— *Monthly Meteorological Bulletin*, 1254'.
PEIPING (Peking.) — Geological Survey of China : *Bulletin*, B 2366 *bis*; *Catalogue of the Library; Memoirs*, M 617; *Paleontologia sinica*, P 16 *bis; Special report.*
— Metropolitan Library : *Bulletin*; *Catalogue of Chinese Government Publications.*

(*A suivre.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 DÉCEMBRE 1929.

PRÉSIDENCE DE M. LOUIS MANGIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE ET DES BEAUX-ARTS** adresse ampliation du décret, en date du 4 décembre 1929, portant approbation de l'élection que l'Académie a faite de M. **ERNEST ESCLANGON** pour occuper la place vacante dans la section d'Astronomie par le décès de M. *P. Puiseux*.

Il est donné lecture de ce décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **ERNEST ESCLANGON** prend place parmi ses Confrères.

M. le **PRÉSIDENT** souhaite la bienvenue à M. **KRAÏTCHIK**, agrégé de l'Université de Bruxelles, qui assiste à la séance.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Importance relative du soufre et du phosphore dans la nutrition des plantes*. Note de MM. **GABRIEL BERTRAND** et **L. SILBERSTEIN**.

A plusieurs reprises, l'un de nous a soutenu la thèse que le soufre joue un rôle qualitatif et quantitatif si important dans la formation de la matière végétale que les agronomes devraient s'en préoccuper comme ils le font de l'azote, du phosphore et du potassium, qu'ils devraient l'utiliser à titre d'engrais, principalement sous la forme facilement assimilable et très économique de certains sulfates [1].

---

(1) GAB. BERTRAND, *C. R. Ac. Agric.*, 13, 1927, p. 146; *Bull. agricole de la Soc. d'encour. à l'Agric.*, 47, mars 1927, p. 19; *C. R. IXe Congrès Chimie ind. Barcelone*, octobre 1929.

Afin de fournir à cette thèse des arguments aussi précis que possible, nous avons entrepris diverses recherches, grâce auxquelles nous avons déjà pu démontrer que la terre arable, loin d'être toujours largement pourvue de soufre, organique ou minéral, comme on le pensait habituellement, n'en renferme parfois que des proportions minimes, bien inférieures au demi-gramme par kilogramme (¹). Encore avons-nous trouvé qu'une partie de ce soufre peut être en quelque sorte paralysée dans son action par la présence, jusque-là inconnue, de baryum (²). Nous avons rapporté, par exemple, le cas d'une terre du département de l'Yonne renfermant seulement 226^{mg} de soufre total par kilogramme et assez de baryum pour en fixer 86 à l'état fort peu soluble de sulfate, et celui d'une terre du département du Gard où, sur 498^{mg} de soufre total, il y en a jusqu'à 401 qui peuvent être combinés sous la forme de sel barytique (³).

Continuant nos recherches, nous apportons aujourd'hui une mesure de l'importance du soufre pour la végétation. Nous avons déterminé la teneur en métalloïde d'un certain nombre de plantes ou parties de plantes et nous l'avons comparée à celle d'un autre élément, le phosphore, dont l'importance est maintenant connue de tous les agronomes.

La raison pour laquelle nous avons effectué ces déterminations, au lieu de nous servir des nombreuses analyses de cendres végétales qui existent dans la littérature scientifique, découle des résultats et des observations que nous avons publiés à propos du dosage du soufre et du phosphore dans les plantes : non seulement une certaine proportion des éléments visés s'échappe dans l'atmosphère quand on détruit la matière organique par le feu, mais cette proportion, parfois considérable, varie beaucoup d'une expérience à une autre et n'est pas du tout la même pour les deux métalloïdes (⁴). Il est, par suite, impossible de calculer exactement la teneur en soufre et en phosphore d'une plante d'après l'analyse de ses cendres. Presque toujours cette analyse indique une prédominance, et même une

(¹) *Comptes rendus*, **184**, 1927, p. 1188, et *Bull. Soc. chim.*, 4ᵉ série, **41**, 1927, p. 1380.

(²) *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 335, et *Bull. Soc. chim.*, 4ᵉ série, **43**, 1928, p. 372.

(³) *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 477, et *Bull. Soc. chim.*, 4ᵉ série, **43**, 1928, p. 458.

(⁴) *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 886. Le mot « mais » (premier paragraphe, ligne 5) de ce Mémoire est à supprimer.

forte prédominance du phosphore sur le soufre, alors que très souvent, comme on va le voir, c'est l'inverse qui est la vérité.

Nous avons employé dans les nouvelles recherches les méthodes de dosage qui nous avaient déjà servi ([1]). La plupart des plantes ont été récoltées au commencement de la floraison. Ainsi que les graines et les parties souterraines (bulbes, tubercules ou racines) elles ont été convenablement lavées, puis essuyées avec du papier à filtre, avant d'être soumises aux opérations analytiques. Ajoutons que les dosages ont tous été effectués sur des matériaux séchés à la température de + 100° ([2]). Il n'y a guère que dans le cas des bulbes d'oignon et d'ail que cette dessiccation préalable a pu occasionner une perte certaine de soufre; nous avons évalué cette perte antérieurement, en opérant sur la bulbe d'oignon ([3]), et l'on pourrait en tenir compte sans erreur notable, si besoin était.

Voici les résultats obtenus, rangés d'après la grandeur croissante de la teneur en soufre rapportée à celle en phosphore (rapport S/P) :

Noms des plantes ou parties de plantes.	Matière sèche pour 100.	Pour 100 de matière sèche. Soufre.	Phosphore.	Rapport S/P.
Froment (*Trit. sat.* L.), son	89,25	0,2541	1,4294	0,178
Pois (*Pis. sat.* L.), racine	2,73	0,4271	0,6865	0,304
Seigle (*Sec. cer.* L.), graine	85,42	0,1524	0,4636	0,329
Froment (*Trit. sat.* L.), graine	87,15	0,1634	0,4880	0,335
Noyer (*Jug. reg.* L.), amande entière	72,20	0,1813	0,5368	0,338
Sarrazin (*Polyg. fag.* L.), partie aérienne en fleurs	6,76	0,2211	0,6467	0,342
Sarrazin (*Polyg. fag.* L.), racine	3,60	0,1964	0,5714	0,344
Champignon de couche (*Psal. camp.* L.)	12,00	0,4010	1,1250	0,356
Maïs (*Zea mays* L.), graine	90,43	0,1978	0,5368	0,369
Panais (*Past. sat.* L.), racine	23,54	0,2280	0,6244	0,365
Pomme de terre (*Sol. tub.* L.), tubercule	26,23	0,1689	0,3673	0,460
Froment (*Trit. sat.* L.), partie aérienne en fleurs	22,95	0,2184	0,4934	0,443
Orge (*Hord. vulg.* L.), graine	89,69	0,2500	0,5497	0,455
Haricot (*Phas. vulg.* L.), feuille	13,38	0,2870	0,6300	0,456
Maïs (*Zea mays* L.), part. aér. en fleurs	10,93	0,2159	0,6773	0,466
Épinard (*Spin. ol.* L.), feuille	4,15	0,5974	1,0139	0,589

([1]) *Loc. cit.*

([2]) Nous tenions à doser l'eau de manière à pouvoir calculer les teneurs en métalloïdes à la fois par rapport à la matière fraîche et à la matière sèche.

([3]) *Loc. cit.*

Noms des plantes ou parties de plantes.	Matière sèche pour 100.	Pour 100 de matière sèche. Soufre.	Phosphore.	Rapport S/P.
Avoine (*Aven. sat.* L.), part. aér. en fleurs.	16,90	0,4106	0,6723	0,611
Laitue (*Lact. sat.* L.), feuille verte......	6,38	0,3694	0,5991	0,617
Pois (*Pis. sat.* L.), feuille...............	11,03	0,4271	0,6865	0,622
Foin de graminées.....................	90,00	0,2046	0,3185	0,642
Pivoine (*Paeon. off.* L.), partie aérienne..	23,53	0,2266	0,3416	0,663
Pomme de terre (*Sol. tub.* L.), part. aér..	9,22	0,3818	0,5316	0,718
Ricin (*Ric. comm.*), partie aérienne......	13,45	0,4573	0,5946	0,769
Tabac (*Nicot. tab.* L.), feuille...........	9,40	0,3694	0,4538	0,814
Trèfle commum (*Trif. prat.* L.), partie aérienne en fleurs....................	16,33	0,2692	0,3246	0,829
Café (*Coff. ar.* L.), graine.............	90,04	0,1758	0,2094	0,840
Radis (rose) (*Raphan. sat.* L.), racine...	3,65	0,4930	0,5612	0,879
Panais (*Past. sat.* L.), partie aérienne....	14,09	0,6194	0,6327	0,980
Oignon (*All. cepa.* L.), bulbe...........	10,03	0,5617	0,5625	0,999
Luzerne (*Med. sat.* L.), part. aér. en fleurs.	22,45	0,4999	0,4725	1,058
Riz (*Oryza sat.* L.), graine polie........	90,01	0,1868	0,1734	1,077
Trèfle blanc (*Trit. rep.* L.), plante entière en fleurs............................	12,48	0,5164	0,4399	1,174
Colza (*Brass. nap. ol.* D. C.), partie aér.	8,90	0,9888	0,6344	1,559
Ail (*All. sat.* L.), bulbe................	30,98	0,7980	0,4636	1,721

A ces résultats, il est intéressant d'ajouter ceux que l'on peut calculer à partir des exemples donnés dans notre dernier Mémoire, non seulement parce qu'ils en augmentent le nombre (¹), mais surtout parce qu'ils fournissent des termes de comparaison pour apprécier le retentissement des méthodes de dosage sur la valeur du rapport S/P :

Noms des plantes ou parties de plantes.	Rapport S/P dans : les cendres.	la mat. fraiche.	la mat. séchée.
Froment (*Trit. sat.* L.), graine..........	0,192	0,350	0,385
Mâche (*Valer. olit. Poll.*), part. aér.....	0,226	0,482	0,452
Pomme de terre (*Sol. tub.* L.), tubercule.	0,276	0,515	0,515
Luzerne (*Med. sat.* L.), part. aér. fl......	0,413	0,884	0,826
Trèfle commun (*Trif. prat.* L.), part. aér.	0,462	0,893	0,902
Oignon (*All. cepa* L.), bulbe............	0,282	1,130	0,922
Pissenlit (*Tar. off. Wigg.*), part. aér. fl..	0,628	1,386	1,360
Colza (*Brass. sat. ol.* D. C.), part. aér. fl..	1,029	1,768	1,806

Exception faite du son de froment, formé surtout par les téguments de la

(¹) Les échantillons analysés ici sont différents de ceux du tableau précédent.

graine, il est rare, d'après tous ces résultats, que la proportion de soufre contenue dans une plante ou dans un organe végétal n'atteigne pas le tiers de celle du phosphore. Il y a davantage d'exemples, au contraire, où cette proportion est supérieure, où il y a plus de soufre qu'il n'y a de phosphore. Malgré la variété des plantes et des organes examinés, le rapport S/P ne varie pas, en somme, d'une manière très étendue, il reste compris, à très peu près, entre 0,3 et 1,7. Il est, en général, plus élevé dans les feuilles que dans les racines et dans les graines.

Si l'on tient compte seulement des parties aériennes, récoltées en général au moment de la floraison, c'est-à-dire au moment où le développement est le plus complet, la variation du rapport S/P apparaît encore plus étroite, car elle ne va plus que de 0,44 pour le froment à 1,56 pour le colza. A ce moment, on peut dire que les plantes renferment, en nombres ronds, pour 100^{kg} de phosphore, entre 50 et 150^{kg} de soufre.

Ces résultats ne peuvent manquer de retenir l'attention des agronomes; ils établissent d'une manière frappante l'importance des besoins de soufre des plantes cultivées et donnent une première idée des proportions d'engrais qui doivent être utilisées pour les satisfaire.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *Contribution à l'étude de la matière fulminante. Les globes excavateurs.* Note (¹) de M. E. **Mathias**.

L'énergie énorme de la matière fulminante permet aux foudres globulaires d'exercer, pendant leur courte existence, suivant les cas, deux sortes d'effets mécaniques. Dans l'une d'elles, les foudres tournent très rapidement, autour d'un axe vertical ou sensiblement vertical et soumis à un mouvement de précession, et creusent à la surface du sol, à la façon d'une *fraiseuse*, des trous circulaires très réguliers, cylindriques, souvent équidistants et égaux, quelquefois se rapprochant et diminuant de plus en plus. Parfois, au contraire, les foudres globulaires creusent des *sillons* plats ou profonds, courts ou longs.

Dans ce phénomène d'érosion, de creusement, il semble qu'il y ait véritablement caléfaction, la matière fulminante sans toucher le sol, agissant mécaniquement par les gaz qu'elle dégage continuellement à la partie inférieure, en se refroidissant à proximité du sol. Il en résulte que son énergie

(¹) Séance du 2 décembre 1929.

par centimètre cube se transforme directement en travail mécanique, *le volume de la foudre allant constamment en diminuant à mesure que le travail mécanique augmente.*

Par son long contact, plus ou moins médiat avec la terre, *la foudre globulaire se désélectrise progressivement et finit par s'éteindre.*

Supposons une foudre sphérique tournant autour d'un axe normal au sol avec une vitesse constante.

Si la surface du sol est rigoureusement horizontale, la foudre creuse un trou cylindrique d'axe vertical, dont la profondeur augmente avec le temps.

Si la surface du sol est légèrement inclinée par rapport à l'horizon, on démontre aisément qu'elle creuse des trous cylindriques identiques, équidistants, le long d'une ligne de plus grande pente.

Si, le sol étant oblique à l'horizon, la vitesse de rotation de la foudre globulaire va en diminuant en même temps que son rayon, les axes des trous circulaires creusés vont en se rapprochant en même temps que les rayons des trous creusés vont en diminuant.

Voici deux exemples :

a. A Paris, le 28 avril 1839, une foudre tomba au milieu de la cour de l'Office central de la Douane, encore en construction :

« Cette foudre avait la forme d'un *gros globe de feu et elle était accompagnée d'une traînée de vapeur;* elle frappa le sol formé de remblais nouveaux, elle y creusa un enfoncement de 18^{cm} de diamètre : elle s'y agitait violemment *en tournant sur elle-même*, enleva les terrains meubles, puis elle rejaillit pour retomber à 3^{m} plus loin, où elle fit une nouvelle excavation de 9^{cm} de diamètre en s'agitant toujours.

» Le globe saute après sur le mur d'enceinte, en parcourt le dessus pendant une trentaine de mètres, *s'élance sur une rue trempée de pluie, s'y traîne en décrivant une longue ligne serpentine*, entre dans l'hôpital Saint-Louis, et vole dans la cour. *A mesure que le temps s'écoulait, on voyait sa masse s'amoindrir;* lorsqu'elle arriva au milieu de la cour de l'hôpital Saint-Louis, ce n'était plus qu'une lumière très mince, peu lumineuse, qui disparut tout à coup [1]. »

b. Terminons par un exemple complexe et curieux. Il s'agit du globe, *moitié rouge et moitié blanc*, qui, le 30 novembre 1888, s'arrêta sur le poitrail du cheval attaché à la voiture de M. Ernest de Poulpiquet. Le phéno-

---

(1) Amédée Guillemin, *Le monde physique*, 3, p. 492. Paris, 1888.

mène avait une phase antérieure et commença avec la descente *d'une masse bleue* sur un chêne :

« Du haut du vieux chène, se détachèrent d'assez forts morceaux de bois; une grande branche supérieure et le reste du tronc furent labourés par la foudre qui détacha une certaine largeur d'écorce en suivant le sens de la sève jusqu'à la racine dans le champ, où elle s'avança de $1^{m},50$, revint, en glissant sur l'herbe, pour remonter sur le talus en suivant une grosse racine qu'elle nettoya sans la dénuder, *fit sur ce talus un trou irrégulier de* 30^{cm} *en tous sens*, s'en échappa *par une rigole* faite par elle à l'orifice supérieur, s'enfonça dans la terre du talus, *sortit par trois trous*, suivit deux sentiers différents pour se rendre sur la route sans brûler la lande qu'elle a traversée, courut en se rejoignant à 25 pas de là au poitrail de la jument après avoir renversé le garçon sur son passage *et nous apparut rouge à droite et blanche à gauche* (¹). »

Ce qui nous intéresse dans cet exemple, ce n'est pas le travail confus d'excavation, ni le fait que le globe se partage en trois parties qui, suivant deux sentiers différents, viennent après se rejoindre en une seule masse; c'est le fait entièrement nouveau que le *globe bleu* tombé sur le chêne, *dont la partie superficielle était souillée de soufre puisqu'elle émettait la couleur bleue caractéristique du soufre brûlant à l'air*, ayant à la fin de ses évolutions utilisé l'énergie des parties voisines de sa surface primitive, s'est purgée de son soufre au point qu'il apparaît en dernier lieu comme une matière fulminante *pure* n'ayant plus que les couleurs (blanche et rouge) du corps noir qui se refroidit.

Ce serait donc le cas d'une foudre globulaire, pure à l'origine, qui se serait souillée superficiellement en absorbant, dans son passage à travers l'air, des matières végétales ou animales contenant du protoplasma et, par conséquent, du soufre. C'est une des plus belles confirmations de notre théorie sur la formation des foudres globulaires, dont les couches concentriques peuvent être fort différentes les unes des autres.

Dans la forme serpentine sulfureuse blauche, citée dans la Note précédente, la surface extérieure était constituée par de la matière fulminante *pure*, le soufre étant en profondeur, ce qui est le cas inverse du précédent.

Enfin, dans le globe de l'Office central de la Douane, la traînée de vapeur résultait uniquement, conformément à nos idées, d'une particularité de structure des couches de matière fulminante voisines de sa surface, car ces couches évaporées, la traînée de vapeur a disparu *ipso facto*.

(¹) *Cosmos*, 38, 1889, p. 142, 182.

M. **P. Bazy** fait hommage à l'Académie de l'Ouvrage qu'il vient de publier sous le titre *Urologie pratique*.

M. **H. Lecomte** fait hommage à l'Académie du fascicule 9, tome cinquième, de la *Flore générale de l'Indo-Chine* publiée sous sa direction : *Urticacées* (fin), par F. Gagnepain; *Juglandacées*, *Myricacées*, *Casuarinacées*, par L.-A. Dode; *Fagacées*, par R. Hickel et A. Camus.

NOMINATIONS.

M. **Émile Picard** est désigné pour représenter l'Académie à la célébration du Centenaire de la *Revue des Deux Mondes*, à la Sorbonne, le 15 décembre.

PLIS CACHETÉS.

M. **Auguste Cabanes** demande l'ouverture de deux plis cachetés reçus l'un le 25 novembre 1929 et inscrit sous le n° 10239, l'autre le 9 décembre 1929.

Ces plis, ouverts en séance par M. le Président, contiennent l'exposé d'un *Traitement simple* des vomissements même graves *de la grossesse*.

(Renvoi à la section de Médecine.)

CORRESPONDANCE.

M. **Charles Nicolle**, élu membre non résidant, adresse des remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° A. Hustache. *Curculionides de la Guadeloupe*. Première partie. (Présenté par M. L. Mangin.)

2° Royaume de Belgique. Ministère des Colonies. *Les Tsé-tsés*, par Émile Hegh. (Présenté par M. E.-L. Bouvier.)

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur la théorie des réseaux.* Note (¹) de M. **A. Demoulin.**

1. Convenons de désigner par E_p un espace linéaire à p dimensions.

Soit M le point générateur d'un réseau (u, v) situé dans un espace E_{n+2}, n étant $\geqq 2$. Désignons par t_0, t_1 les tangentes aux courbes (M_u), (M_v), c'est-à-dire les courbes décrites par M lorsque u ou v varie seul.

On peut attacher aux droites t_0, t_1 une ligne brisée L, généralement indéfinie dans les deux sens, de côtés $\ldots, t_{-2}, t_{-1}, t_0, t_1, t_2, \ldots$ et telle que deux côtés consécutifs de cette ligne soient les tangentes d'un réseau (u, v). Pour abréger, nous dirons que Γ est une ligne brisée de Laplace. Les paramètres directeurs $m_i, \ldots, m_{i,n+1}$ de t_i, $i=0, \pm 1, \pm 2, \ldots$, satisfont à une équation de Laplace et se déduisent de ceux de t_{i-1} au moyen d'une transformation de Laplace. Faisons correspondre à la droite t_i, dans un espace E_n, la $(n-1)$-sphère (si n est >2) ou le cercle (si $n=2$) dont l'équation est $\Sigma m_{ik}x_k=0$, $x_1, x_2, \ldots, x_{n+2}$ désignant des coordonnées sphériques (si n est >2) ou tétracycliques (si $n=2$). Nous désignerons par (i) cette $(n-1)$-sphère ou ce cercle. Soient $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_p$ p nombres entiers différents deux à deux, p étant $\leqq n$. Désignons par $(\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_p)$ l'intersection de $(\alpha_1), (\alpha_2), \ldots, (\alpha_p)$. En se servant des formules relatives à la transformation de Laplace, on est conduit aux résultats suivants :

$(i, i+1, \ldots, i+p)$, $i=0, \pm 1, \pm 2, \ldots, p \geqq 1$ est la caractéristique de $(i, \ldots, i+p-1)$, v variant seul, et de $(i+1, \ldots, i+p)$, u variant seul.

$(i+1, \ldots, i+p-1)$, $p\geqq 2$, $n>2$ a pour caractéristique $(i, \ldots, i+p-1)$, u variant seul, et $(i+1, \ldots, i+p)$, v variant seul.

$(i+1, \ldots, i+p)$, $(p<n-1$ a pour caractéristique $(i, \ldots, i+p+1)$.

2. La loi d'orthogonalité de Cl. Guichard permet d'attacher à la ligne brisée L une ligne brisée de Laplace L′, de côtés $\ldots, t'_{-2}, t'_{-1}, t'_0, t'_1, t'_2, \ldots$. Tout côté de L (ou L′) est orthogonal à $n+1$ côtés consécutifs de L′ (ou L) (²).

Soit $(i)'$ la $(n-1)$-sphère ou le cercle qui correspond à t'_i. (i') est ortho-

(¹) Séance du 2 décembre 1929.

(²) Désignons par P_i et P'_i deux points d'un espace E_{n+1}, les coordonnées homogènes de ces points étant respectivement les paramètres directeurs de t_i et les paramètres directeurs de t'_i. Les points P_i sont les sommets d'une ligne brisée de Laplace Λ : $\ldots P_{-2}P_{-1}P_0P_1P_2\ldots$ et les points P'_i, les sommets d'une ligne brisée de Laplace Λ′ : $\ldots P'_{-2}P'_{-1}P'_0P'_1P'_2\ldots$. Tout sommet de Λ (ou Λ′) est le pôle par rapport à l'hyperquadrique définie par l'équation $\Sigma x_i^2=0$, du n-plan passant par $n+1$ sommets consécutifs de Λ′ (ou Λ).

gonale ou orthogonal aux $(n-1)$-sphères ou aux cercles qui correspondent à $n+1$ côtés consécutifs de L.

3. Soit $n=4$. La caractéristique de la 3-sphère (i) est le cercle $(i-1, i, i+1)$, que nous désignerons par Γ_i. Les cercles Γ_i, Γ_{i+1} appartiennent à la 2-sphère $(i, i+1)$, que nous désignerons par S_i. Soient A_i, B_i les points d'intersection de ces cercles. Les courbes (A_{iv}), (B_{iv}) sont tangentes à Γ_i; les courbes (A_{iu}), (B_{iu}) sont tangentes à Γ_{i+1}. Supposons que la 3-sphère $(i)'$ soit orthogonale aux 3-sphères $(i-2)$, $(i-1)$, (i), $(i+1)$, $(i+2)$. Sa caractéristique est le cercle Γ'_i, conjugué au cercle Γ_i. Les points d'intersection A'_i, B'_i des cercles Γ'_i, Γ'_{i+1} sont les foyers de la 2-sphère S_i.

4. A tout point de E_4, de coordonnées hexasphériques $x_1, x_2, \ldots, x_6$, faisons correspondre, dans un espace E_3, la droite dont les coordonnées de Klein sont $x_1, x_2, \ldots, x_6$. Aux cercles conjugués Γ_i, Γ'_i correspondront deux demi-quadriques complémentaires portées par une quadrique Q_i (sauf si Γ_i est de rayon nul). Les huit points caractéristiques de cette quadrique peuvent être répartis en deux groupes de quatre points, les points de chaque groupe étant les sommets d'un quadrilatère dont les côtés sont des génératrices rectilignes [voir mon Mémoire *Sur la transformation de Guichard et sur les systèmes* K (*Académie royale de Belgique*, 1919)]. Les quadriques Q_i, Q_{i+1} se coupent suivant quatre droites; les sommets du quadrilatère formé par ces droites sont des points caractéristiques pour chacune des quadriques.

5. Si le réseau, lieu du point M, est O, les droites de E_3 qui correspondent aux points A'_0, B'_0 engendreront le couple le plus général de congruences doublement stratifiées. Les quadriques Q_0 et Q_1 sont celles que nous avons introduites dans la théorie de ces congruences [1]. Si, en outre, le réseau dont t'_0, t'_1 sont les tangentes et O les droites qui correspondent aux points A_0, B_0 engendreront évidemment un second couple de congruences doublement stratifiées. Nous avons étudié ce cas particulier dans le Mémoire cité.

6. Lorsque la congruence, lieu de t_0, est I, la 3-sphère (o) est de rayon nul et son centre décrit un réseau O. La droite qui correspond à ce point engendre la congruence W la plus générale. Cette correspondance entre les réseaux O de E_4 et les congruences W est d'ailleurs bien connue. Grâce aux considérations précédentes, elle conduit à diverses propriétés des congruences W.

---

[1] Une quelconque des quadratiques Q_i est la quadrique à deux paramètres la plus générale dont les points caractéristiques jouissent de la propriété indiquée.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur la déformation des surfaces.* Note de M. **H. Krebs.**

Nous considérons une surface rapportée à ses lignes de courbure et nous désignons par u, v les coordonnées curvilignes, par E, G les coefficients de l'élément linéaire, par $r_{u,u}$, $r_{u,v}$ les rayons de courbure principaux de la surface correspondant aux courbes u, v et par $r_{t,u}$, $r_{t,v}$ les rayons de courbure géodésiques de ces courbes.

Nous prenons pour la seconde forme fondamentale

$$a\Psi = -(D\,du^2 + D''\,dv^2), \tag{1}$$

les coefficients D et D″ étant déterminés par les relations

$$D = \Sigma c \frac{\partial^2 x}{\partial u^2}, \qquad D'' = \Sigma c \frac{\partial^2 x}{\partial v^2}, \tag{2}$$

les quantités c, c' et c'' étant les cosinus directeurs de la normale à la surface.

Nous posons

$$m = \frac{\sqrt{E}}{r_{t,v}}, \qquad \varphi = \frac{\sqrt{E}}{r_{u,v}}, \tag{3}$$

$$n = \frac{\sqrt{G}}{r_{t,u}}, \qquad \psi = \frac{\sqrt{G}}{r_{u,u}}. \tag{4}$$

Les équations de Codazzi deviennent

$$\frac{\partial m}{\partial v} + \frac{\partial n}{\partial u} + \varphi\psi = 0, \tag{5}$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial v} - m\psi = 0, \tag{6}$$

$$\frac{\partial \psi}{\partial u} - n\varphi = 0, \tag{7}$$

$$m = \frac{1}{\sqrt{G}} \frac{\partial \sqrt{E}}{\partial v}, \tag{8}$$

$$n = \frac{1}{\sqrt{E}} \frac{\partial \sqrt{G}}{\partial u}. \tag{9}$$

Nous posons encore

$$l = -\left(\frac{\partial m}{\partial v} + \frac{\partial n}{\partial u}\right). \tag{10}$$

Le système formé par les équations (5), (6) et (7) peut être remplacé

par l'équation aux différentielles totales

$$(11)\qquad d\varphi = \left(-\frac{n}{l}\varphi^3 + \frac{\partial \log l}{\partial u}\varphi\right) du + \frac{ml}{\varphi} dv.$$

Si l'on forme l'équation de condition d'intégrabilité de l'équation (11) et qu'on suppose que les quantités l, m et n ne sont pas constantes, on obtient un système d'équations intégrables. On en déduit pour les fonctions m et n les valeurs

$$(12)\qquad m = \pm \frac{u_1 v'}{2 v_1 (u - v)},$$

$$(13)\qquad n = \mp \frac{u' v_1}{2 u_1 (u - v)}.$$

Les quantités u, u_1 sont des fonctions de u et les quantités v, v_1 des fonctions de v telles que les fonctions m et n satisfont à l'équation

$$(14)\qquad \frac{\partial m}{\partial v} + \frac{\partial n}{\partial u} = \frac{m v_1^2}{v'}.$$

Si l'on prend les signes supérieurs pour les fonctions m et n, on obtient des surfaces dont l'élément linéaire a la forme de Liouville

$$(15)\qquad ds^2 = (u - v)(u_1^2 du^2 + v_1^2 dv^2).$$

Si l'on prend les signes inférieurs pour les fonctions m et n, on obtient l'élément linéaire

$$(16)\qquad ds^2 = \frac{1}{u - v}(u_1^2 du^2 + v_1^2 dv^2).$$

Les équations (5) et (11) donnent

$$(17)\qquad \varphi = \pm u_1 \sqrt{-\frac{v - c}{2(u - v)(u - c)}},$$

$$(18)\qquad \psi = \mp v_1 \sqrt{-\frac{u - c}{2(u - v)(v - c)}},$$

la quantité c étant une constante arbitraire.

Les coefficients de la seconde forme fondamentale s'obtiennent au moyen des fonctions φ et ψ par les relations

$$(19)\qquad \mathrm{D} = \varphi\sqrt{\mathrm{E}}, \qquad \mathrm{D}'' = \psi\sqrt{\mathrm{G}}.$$

Nous avons donc pour un élément linéaire de Liouville déterminé par les relations (12) à (14) les surfaces rapportées à leurs lignes de courbure dont

la seconde forme fondamentale est

$$(20)\qquad d\Psi = \pm\left(u_1^2\sqrt{-\frac{v-c}{2(u-c)}}\,du^2 - v_1^2\sqrt{-\frac{u-c}{2(v-c)}}\,dv^2\right).$$

Les surfaces, rapportées à leurs lignes de courbure, qui ont un élément linéaire défini par la relation (16) et dont les coefficients sont déterminés par les relations (12) à (14), ont pour seconde forme fondamentale l'expression

$$(21)\qquad d\Psi = \pm\frac{1}{u-v}\left(u_1^2\sqrt{-\frac{v-c}{2(u-c)}}\,du^2 - v_1^2\sqrt{-\frac{u-c}{2(v-c)}}\,dv^2\right).$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions définies par une série de Dirichlet.* Note de MM. **Mandelbrojt** et **Gergen**, présentée par M. Hadamard.

En partant d'un théorème de M. Julia, on voit qu'une fonction entière représentée par une série $f(s) = \Sigma a_n e^{-ns}$ $(s = \sigma + it)$ et qui n'est pas un polynome de Dirichlet possède dans chaque bande fermée $|t - t_0| \leq \pi$ une droite horizontale $t = t_1$ telle que dans toute bande rectiligne horizontale contenant cette droite elle prend toutes les valeurs sauf peut-être une. D'après le même théorème de M. Julia, cette fonction possède une demi-droite telle que dans tout angle contenant cette droite elle prend également toutes les valeurs sauf une au plus.

Une série de Dirichlet *générale* $\Sigma a_n e^{-\lambda_n s}$ $(\lambda_{n+1} > \lambda_n > 0 \lim \lambda_n = \infty)$ qui représente une fonction entière étant donnée, nous dirons qu'elle possède une demi-droite J si elle prend toutes les valeurs, sauf peut-être une, dans tout angle dont cette droite est la bissectrice. Nous dirons qu'elle possède une droite $\bar{\text{J}}$ (qui est supposée horizontale) si, dans toute bande horizontale rectiligne qui contient cette droite, $f(s)$ prend toutes les valeurs sauf peut-être une.

Il est évident qu'il existe des fonctions entières qui ne possèdent pas de droites $\bar{\text{J}}$. Par exemple e^{as}.

Nous démontrons les théorèmes suivants :

Théorème I. — *Une fonction entière représentée par une série de Dirichlet* $\Sigma a_n e^{-\lambda_n s}$ $(a_n \neq 0)$,

$$(1)\qquad \underline{\lim}(\lambda_{n+1} - \lambda_n) = g > 0$$

est telle que dans toute bande horizontale de largeur $\frac{2\pi}{g}$ *elle jouit de la propriété suivante : ou bien elle y possède une droite* $\overline{\mathrm{J}}$, *ou bien on a dans cette bande*

$$\lim_{\sigma=-\infty} f(s)e^{\lambda_n s} = \infty$$

uniformément quel que soit n.

Théorème II. — *Si* (1) *est vérifié et si l'ordre de la fonction entière* $f(s)$ *au sens de M. Ritt* [1] *est* $\rho > 0$, $f(s)$ *possède une droite* $\overline{\mathrm{J}}$ *dans toute bande horizontale de largeur*

$$\frac{2\pi}{\alpha} \qquad [\alpha = \min(2\rho, g)].$$

Théorème III. — *Une fonction entière* $\Sigma a_n e^{-\lambda_n s}$ *vérifiant* (1) *possède les deux demi-droites verticales issues de l'origine comme droites* J.

Théorème IV. — *Une fonction* $\Sigma a_n e^{-\lambda_n s}$ *vérifiant les conditions du théorème II admet toute demi-droite issue de l'origine et d'argument compris entre* $\frac{\pi}{2}$ et $\frac{3\pi}{2}$ *comme droite* J.

Théorème V. — *Si*

$$(2) \qquad \lim(\lambda_{n+1} - \lambda_n) = \infty$$

et si $f(s)$ *est d'ordre infini toute droite horizontale est une droite* $\overline{\mathrm{J}}$.

Le théorème II pour le cas où $\rho = \infty$ et où $\lambda_n = n$ et le théorème V pour le cas $\lambda_n = n$ font partie des théorèmes de M. Polyà. M. Polyà introduit la notion de la densité maxima [2].

Nous indiquons quelques points de la démonstration.

Nous utilisons la fonction $\Sigma g(\lambda_n) a_n e^{-\lambda_n s}$ où $g(z)$ annule tous les λ_n sauf un d'entre eux et dont la croissance est convenablement choisie [3].

---

[1] D'après un théorème de M. Ritt, $f(s)$ étant d'ordre ρ (au sens précité), on a

$$\overline{\lim} \frac{\log a_n}{\lambda_n \log \lambda_n} = -\frac{1}{\rho}.$$

(Voir *American Journal of Mathematics*, **50**, 1928, p. 73.)

[2] Voir *Mathematische Zeitschrift*, **29**, 1929, p. 549.

[3] Ce procédé a été employé par M. Weinberg pour la démonstration du théorème sur les coupures et concernant les séries de Dirichlet. L'emploi de la fonction $g(z)$ est devenu classique depuis les recherches de M. Faber (voir le *Mémorial* de M. Valiron sur les séries de Dirichlet, **17**, 1926, p. 22).

Ceci nous permet de voir que si $\lambda_{n+1} - \lambda_n > 1$, dans aucune suite de cercles de rayons supérieurs à π et dont les parties réelles des affixes des centres tendent vers $-\infty$, $|f(s)|$ n'est borné.

Ce fait combiné avec la théorie des familles normales donne les théorèmes I et III.

Les autres théorèmes se démontrent par des méthodes semblables, en y ajoutant toutefois un théorème bien connu, de M. Valiron, concernant le comportement d'une fonction holomorphe dans un angle où son ordre est déterminé.

Nous ferons paraître les démonstrations de ces théorèmes dans un autre Recueil.

MÉCANIQUE. — *Les variations de sensibilité des freins autoserreurs sur véhicule automobile.* Note de M. **D.-S. de Lavaud**, présentée par M. Rateau.

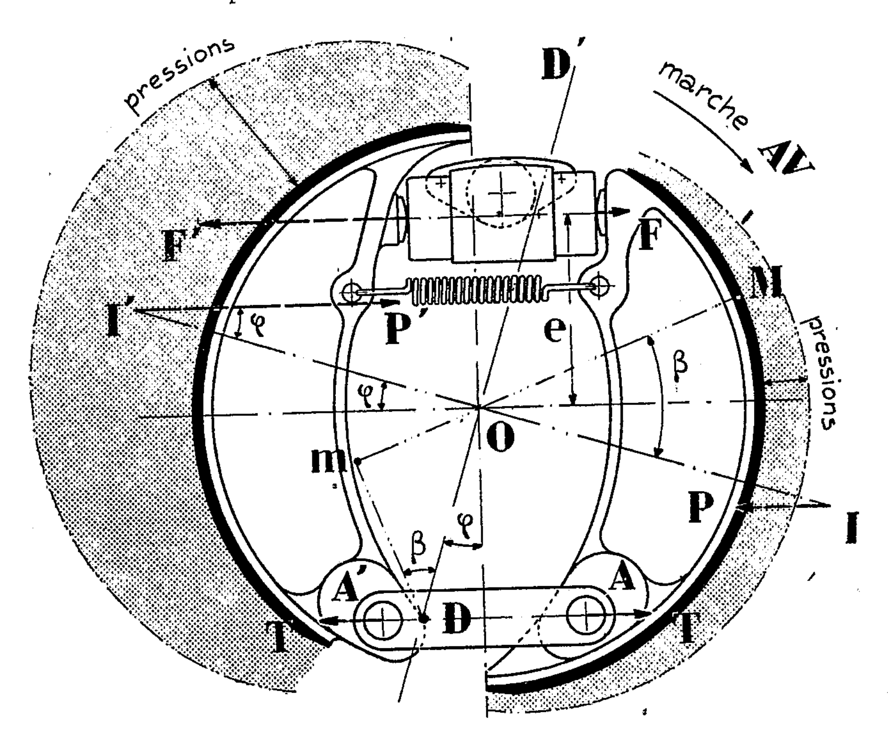
Les servo-freins indirects, mécaniques ou à dépression, sont encombrants, lourds, onéreux, décalent l'action et fatiguent la tringlerie. Il est plus rationnel d'amplifier l'effort où on l'utilise, par le frottement même des mâchoires. Mais cette aide directe dépend des moments des réactions de contact par rapport aux butées et articulations, donc des positions des centres de pression sur les garnitures. Avec de simples articulations ou des butées radiales usuelles, ces centres sont mobiles, suivant l'usure, les excentricités des tambours et les déformations des mâchoires.

Même en tronquant les garnitures, ce qui accroît l'usure et la brutalité, une sensibilité variable reste le défaut capital de tels freins et en limite l'emploi. Une liaison judicieuse des mâchoires, fixant les centres de pression, peut seule définir une loi linéaire entre le couple de freinage et l'effort exercé, sinon la précision est illusoire. Dans ce but, j'ai adopté des mâchoires flottantes, articulées sur une barrette, à commande hydraulique par pistons opposés, l'un de marche avant, l'autre de marche arrière, qui fait butée fixe en marche avant, avec rattrapage automatique du jeu d'usure. Le centrage est spontané, même sur tambour désaxé, et les freins desserrés ne peuvent frotter sous pression.

Les efforts F et F′ d'ouverture et de butée étant parallèles à la compression T de la barrette sur elle-même, il en est de même des réactions de

contact P et P'. Les centres de pression I et I' sont ainsi stabilisés sur le diamètre II' incliné sur T de l'angle de frottement φ, dans le sens où tourne le tambour, II' étant pris comme axe de symétrie de chaque garniture.

Un mouvement instantané d'une mâchoire résulte de trois rotations, l'une autour de son centre O, les autres, provoquant le serrage, autour des articulations A et A', se réduisant en une seule en D sur AA', tel que OD soit normal à l'axe II' des pressions.



La pression se répartit comme si les mâchoires s'ouvraient autour du centre virtuel D. Elle est, en M, proportionnelle au déplacement radial, donc à la distance Dm de D à OM : maximum en I et I', elle varie, pour chaque mâchoire, comme le cosinus de l'obliquité β de OM sur l'axe des pressions.

Les coefficients d'amplification n_1 et n_2 des mâchoires d'entrée et de sortie, tels que $T = n_1 F$, $F' = n_2 T$, sont d'autant plus grands que la barrette, pour l'un, et la butée, pour l'autre, sont plus près du centre. Le coefficient global est $n = n_1 n_2$, avec $F' = nF$, le couple de frottement $C_f = e(F' - F) = eF(n - 1)$ étant le moment central de $F' - F$.

Comme $P' - P = F' - F$, les progressions sont inégales sur les mâchoires d'entrée et de sortie et d'autant plus que la butée est plus bas. Pour $\tang\varphi = 0,30$, j'ai pris, suivant les cas, $n = 10$ à 15, alors qu'avec les freins usuels, 5 à 6 est, à l'usage, un maximum. A de telles mâchoires s'adaptent des garnitures sur 140°, une ouverture plus grande n'ayant pas d'intérêt, le freinage étant puissant et très doux, avec deux à trois fois moins d'usure que d'ordinaire.

J'estime, en résumé, que la stabilisation des centres de pression marque un progrès décisif dans la technique des freins autoserreurs.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur le mouvement képlérien troublé par un champ de gravitation extérieur.* Note de M. **H. Mineur**, présentée par M. Ernest Esclangon.

Nous avons étudié l'action du champ de gravitation de l'ensemble des étoiles sur le mouvement képlérien des planètes et des étoiles doubles.

1. Soient $Oxyz$ trois axes ayant pour origine le Soleil ou le centre de gravité d'un système binaire. Le potentiel de gravitation de la galaxie dans le voisinage de O est représenté avec une approximation suffisante par l'expression

$$V(x, y, z) = V_0 + A_1 x + A_2 y + A_3 z + B_1 x^2 + B_2 y^2 + B_3 z^2 + 2C_1 zx + 2C_2 xy + 2C_3 yz.$$

Désignons par $\varphi(x, y, z)$ l'ensemble des termes du second degré de V; la fonction perturbatrice R se réduit à φ.

2. Le demi-grand axe a n'a que des inégalités périodiques; la longitude moyenne de l'époque présente un terme séculaire, mais comme dans bien d'autres cas, ce terme vient se fondre dans le terme nt de la longitude moyenne et ne peut être mis en évidence par l'observation que s'il atteint de très grandes valeurs.

3. Le nœud et le périhélie présentent des inégalités séculaires. Posons avec Tisserand

$$h = e \sin\varpi, \quad p = \tang i \sin\Omega; \quad l = e \cos\varpi, \quad q = \tang i \cos\Omega,$$

et négligeons les termes du troisième dégré par rapport à l'excentricité et à l'inclinaison, les parties séculaires de h, l, p, q sont définies par le système

d'équations

$$n\frac{dp}{dt} = C_1 + C_3 p + q(B_3 - B_2), \qquad n\frac{dh}{dt} = 5C_3 h + (4B_1 - B_2)l;$$

$$n\frac{dq}{dt} = C_2 + (B_1 - B_3)p - C_3 q, \qquad n\frac{dl}{dt} = -(4B_2 - B_1)h - 5C_3 l.$$

Contrairement à ce qui se produit pour les perturbations mutuelles des planètes, ces termes séculaires ne se réduisent à des termes périodiques à très longue période que si certaines conditions sont vérifiées :

4. Pour le nœud et l'inclinaison, il faut que la perpendiculaire au plan de l'orbite ait une direction voisine du plus grand ou du plus petit axe de la quadrique

$$\varphi = 1.$$

5. Pour le périhélie et l'excentricité il faut que la conique, intersection de la quadrique précédente par le plan de l'orbite, soit une ellipse dont le rapport des axes est compris entre $\frac{1}{2}$ et 2.

6. Les perturbations périodiques de la longitude et de la latitude sont :

$$\text{Perturbation en longitude} = -\frac{a^3}{K^2}\left[\frac{B_1 - B_2}{2}\sin 2g - C_3 \cos 2g\right];$$

$$\text{Perturbation en latitude} = \frac{a^3}{4K^2}[C_1(\sin g + \sin 3g) + C_2(\cos g - \cos 3g)],$$

où g désigne la longitude moyenne.

7. On peut se demander quel est l'ordre de grandeur des coefficients de V au voisinage du Soleil. Remarquons que V est le potentiel de gravitation microscopique de la galaxie au voisinage du Soleil; il vérifie l'équation de Laplace

$$\Delta V = 0.$$

Par contre, si l'on appelle V′ le potentiel de gravitation microscopique qui fait mouvoir les étoiles, on a

$$\Delta V' = -4\pi f \nu,$$

f désignant le coefficient de la loi de Newton, et ν la densité stellaire.

Il est facile de passer de V′ à V

$$A_i = A'_i, \qquad C_i = C'_i, \qquad B_i = B'_i + \frac{4\pi}{3} f\nu$$

On peut se proposer de calculer les coefficients de V′ d'après ce que nous

savons de la répartition des mouvements stellaires, et en appliquant les méthodes classiques de la dynamique statistique : Les coefficients B'_i et C'_i qui nous intéressent dépendent, non pas comme on aurait pu le croire *a priori*, des éléments de la rotation différentielle de la galaxie, mais de la variation des éléments des ellipsoïdes de vitesses résiduelles d'un point à un autre de l'espace.

Cette variation des ellipsoïdes de vitesses n'a pas encore été étudiée et nous espérons aborder cette étude lorsque nous aurons terminé nos recherches sur la rotation galactique; on peut cependant se faire une idée de son ordre de grandeur.

8. On conclut de cette étude que les coefficients de φ sont de l'ordre de 10^{-18} à 10^{-20}, en prenant comme unités celles qu'on adopte en mécanique céleste pour étudier les mouvements planétaires. Les inégalités signalées sont maxima pour Neptune; or pour cette planète elles n'atteignent que quelques centièmes de secondes d'arc. On ne peut songer à les mettre en évidence actuellement.

9. Remarquons que les positions stables des pôles des orbites planétaires se trouvent dans le plan galactique, perpendiculaires au centre de rotation, ou dans le méridien galactique qui passe par ce centre. Nous avons calculé les coordonnées galactiques des pôles des orbites des grosses planètes :

Planète...	Mercure.	Vénus.	Terre.	Mars.	Jupiter.	Saturne.	Uranus.	Neptune
Long. gal.	239°10′	242°31′	243°16′	241°45′	243°34′	244°28′	243°1′	244°36
Lat. gal...	-24°	-26°7′	-29°27′	-28°43′	-28°11′	-27°12′	-28°52′	-28°49

On ne peut manquer d'être frappé par ce fait que toutes ces longitudes galactiques diffèrent à peine de 243°, longitude du centre de l'amas local d'après Charlier et d'après Shapley, et centre supposé de rotation de l'ensemble des étoiles avoisinantes.

GÉOGRAPHIE. — *La vraie altitude du Beerenberg de Jan Mayen.* Note (¹) de M. **P.-L. Mercanton**, présentée par M. J. Charcot.

La première ascension du Beerenberg de Jan Mayen, le 11 août 1921, par MM. Mercanton, Wordie et Lethbridge a ouvert un débat inattendu et bien propre à conseiller prudence et modestie aux géographes, celui de

(¹) Séance du 2 décembre 1929.

l'altitude réelle de cette montagne. En effet, nous dûmes nous convaincre, si surprenant que ce fût, que la hauteur inscrite par von Bobrik sur la carte de la Mission autrichienne de 1882-1883 excédait considérablement la hauteur vraie. Toutefois le désaccord de nos anéroïdes nous détourna d'accorder le poids voulu à nos mesures comme aussi de hasarder un chiffre précis. Dans une relation de voyage publiée en 1924 par l'*Écho des Alpes* (Genève, n° 8, 1924) j'avais admis, provisoirement la cote 2335^m. Cette valeur dépassait, d'autre part, notablement les altitudes données en 1817 par Scoresby : 2094^m et en 1877 par l'expédition norvégienne Mohn-Wille : 1952^m. Ce sont là divergences vraiment insolites et que seules peuvent expliquer les difficultés particulières du travail cartographique sur le terrain inhospitalier de Jan Mayen, île de bourrasques et de brumes.

Certaines constatations troublantes, faites en 1921 et, dans les mêmes parages, jetaient aussi le doute sur les linéaments de la carte autrichienne. Je priais alors l'Institut géophysique de Tromsœ, dont la Station de Jan Mayen dépend, de bien vouloir charger le personnel résident de déterminer à nouveau l'altitude litigieuse. Ce travail ne put être entrepris qu'en 1927, par M. Finn Devold, aussi bien que le lui permettait un équipement peut-être un peu insuffisant. Le météorologiste norvégien trouva 2080^m. Ce chiffre, obtenu correctement, semble-t-il, au moyen d'une base de 3^{km} et d'angles favorables, s'éloignait tant, toutefois, de nos cotes barométriques de 1921 que j'acceptais avec élan l'offre aimable du Dr Charcot de participer à sa croisière estivale de 1929, qui devait ramener à Jan Mayen, une fois de plus, son célèbre *Pourquoi-Pas?*

Retardés par les vicissitudes d'une navigation desservie par les vents contraires, nous ne pûmes débarquer que le 13 août, par un temps extrêmement défavorable. Nous prîmes nos quartiers, mon ancien assistant, M. André Renaud, licencié ès sciences, le timonier Macquet et moi à la Station de T. S. F. dont le personnel et particulièrement son chef, M. Fritz Œien, météorologiste, nous donnèrent l'hospitalité la plus efficace. Ce même jour, nous pûmes établir près de la Station une excellente base rectiligne, longue de $1061^m,8 \pm 0^m,05$, et dont les extrémités et milieu servirent de stations à un très bon petit théodolite universel d'Hildebrandt.

Le 14 août se passa sans qu'une éclaircie vînt dégager un seul instant le Beerenberg. Il fallut se borner à viser quelques-uns des sommets inférieurs environnants, à savoir : l'Ile aux Œufs, le Cratère dit Vogt, le Vogelberg et la Pointe Maya; opération désirable pour le contrôle des linéaments de la carte autrichienne.

Le 15 au matin, mais pendant 25 minutes à peine, le Beerenberg se prêta enfin à la mesure; encore ne put-on le viser que des termes occidental et médian de la base, distants d'un demi-kilomètre seulement. La possibilité de travailler à l'extrémité orientale et d'obtenir ainsi un recoupement avantageux nous fut impitoyablement refusée par des nuages tenaces. Le programme de la croisière nous appelant dans les glaces groenlandaises, et le temps ne laissant espérer aucun changement prochain, force nous fut de demander notre rembarquement, non, toutefois, sans que nous eussions raccordé la base à la station de T. S. F. proche et déterminé son altitude au-dessus des flots.

Les calculs de cette campagne géodésique un peu brusquée n'ont heureusement décelé aucune ambiguïté et leurs résultats définitifs peuvent être admis, croyons-nous, comme suit :

Distance du Beerenberg à la base : 12621 et 12630^{km}; altitudes sur mer, 2273,5 et 2274^{m},5, soit 2274^{m}.

Cette cote peut être considérée comme exacte à 3^{m} près. Il y aurait quelque naïveté à prétendre préciser davantage l'altitude d'un sommet entièrement neigeux, ne portant aucun signal et mensuré dans ces conditions malaisées.

En 1921, mes mesures barométriques avec un anéroïde Naudet-Usteri, qui avait fait ses preuves tant au Groenland avec de Quervain en 1912, qu'au Col de la Jungfrau entre mes mains en 1923, avaient donné 2276^{m}. La concordance entre les déterminations géodésiques et barométriques est donc rétablie. Que si l'on y voyait un hasard heureux, je dirais qu'en 1921 j'avais aussi mesuré la Pointe Maya avec ce même altimètre et trouvé 646^{m}; or, les visées de 1929 ont donné 648^{m} exactement.

La carte autrichienne place le Beerenberg à plus de 15^{km} de notre base. C'est un écart considérable. L'Ile aux Œufs et le Cratère dit de Vogt y ont également des emplacements différents de ceux que nos récentes mesures leur assignent. Il semble que la carte de Jan Mayen doive être refaite *ab ovo*, ce que l'aérophotogramétrie permettrait le mieux sans doute.

OCÉANOGRAPHIE. — *Sur une Carte de pêche d'une partie de la côte occidentale du Maroc.* Note de M. **A. Gruvel**, présentée par M. L. Mangin.

A plusieurs reprises j'ai indiqué à l'Académie les travaux poursuivis par certains de mes collaborateurs et moi-même, sur la côte occidentale du

Maroc, pour l'établissement de la *Carte de pêche* de toute cette côte. Cette année, les travaux que nous avons effectués dans ce même but se sont étendus du sud du Cap Blanc (sud de Mazagan) jusqu'à la hauteur de la crique des Oulad Jerar, située à 9 milles environ, au sud-ouest de Casablanca.

Nous avons montré déjà que, tout le long de cette côte, se trouve une zone de Dendrophyllies, plus ou moins large, qui divise toute la région côtière, depuis le rivage jusqu'aux accores du plateau continental, en *quatre zones* parfaitement distinctes, dont *deux chalutables* et *deux non chalutables*.

La *première* de ces zones n'est pas chalutable. Elle est formée de sable fin, avec des îlots plus ou moins importants de platiers rocheux et des roches isolées; cette zone a une largeur de 8 milles, avec quelques saillies vers le large, en particulier au niveau de l'épi de Mazagan.

La deuxième zone, *chalutable* celle-là, est formée d'abord de sable fin qui, peu à peu, passe au sable vaseux vers le large, puis à la vase, généralement rougeâtre, tantôt très molle, tantôt, au contraire, dure et visqueuse. Les fonds de sable sont caractérisés par la présence de petites Astéries et d'Annélides diverses : la faune ichthyologique y est riche et l'on rencontre plus spécialement de magnifiques soles en grande quantité, des pageaux, de superbes rougets, etc.; on trouve également beaucoup de Céphalopodes, très recherchés dans l'alimentation locale, etc.

La limite entre le sable et le sable vaseux est marquée par la présence de très nombreux petits Dentales; quant à la vase molle, elle est très riche en Échinodermes divers (Astéries, Synaptes, Oursins), en merlus, en congres, etc. La vase dure, au contraire, est relativement pauvre et l'on n'y rencontre que quelques mollusques et annélides et, en petite quantité, des merlus, des congres, etc.

Nos travaux de cette année ont permis de *doubler au moins la surface chalutable exploitée jusqu'ici*. Les pêcheurs, en effet, pris entre les roches, vers la terre et les Dendrophyllies, vers le large, n'avaient, jusqu'à présent, travaillé que sur une zone de 4 milles environ de largeur moyenne, qui a pu ainsi être portée de 4 milles à 8 *milles et demi*. La zone de sable fin ainsi récupérée est très riche en soles et pageaux.

La *troisième* zone, *non chalutable*, forme une bande sensiblement parallèle au rivage dont le bord oriental est situé à une distance moyenne de 16 à 17 milles de la côte. La largeur de cette bande est d'environ 5 milles, avec fond de vase, de consistance variable, remplie de débris calcaires dus à la destruction lente de la faune qui l'habite : Dendrophyllies, Brachiopodes,

Lamellibranches, etc. Les têtes de roches sont rares, mais les Dendrophyllies forment de nombreux bouquets dangereux, parfois de véritables champs, entre lesquels se rencontrent des solutions de continuité plus ou moins larges, mais *pratiquement inutilisables* pour les pêcheurs. Cette troisième zone, très dangereuse pour les chaluts, mais riche en poissons qui y trouvent une abondante nourriture et qui sont là parfaitement à l'abri, constitue une *réserve naturelle* extrêmement importante, sur toute la côte.

Enfin, au delà de cette bande dangereuse commence une *nouvelle zone chalutable*, par environ 150 à 160^m de fond, de sable très fin et très ténu qui passe, à certains endroits, peu à peu, au sable vaseux. On y rencontre la même faune ichthyologique que dans la première zone chalutable, mais les merlus y atteignent déjà une beaucoup plus grande taille. C'est, en réalité, la *véritable zone de pêche*; la première ne devrait être exploitée que par les *petits chalutiers locaux*.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Sur les machines qui fonctionnent entre deux sources radiantes*. Note [1] de M. T. **Takéuchi**, présentée par M. M. de Broglie.

Considérons une machine réversible qui produit du travail en fonctionnant avec deux sources radiantes de fréquence ν_1 et ν_2 ($\nu_2 > \nu_1$). Supposons que la « substance » de la machine soit un corps oscillatoire quelconque dont l'énergie E soit entièrement déterminée par $\nu^2 l$, produit du carré de la fréquence par un paramètre variable l, et qu'elle accomplisse un cycle fermé et réversible que l'on pourrait appeler « cycle de Carnot » :

1° Le corps oscillant produit le travail w_1 par la variation d'un paramètre l (de l_1 à l_2, $l_2 > l_1$). La fréquence garde cependant une valeur constante ν_1 à cause de son contact avec la source (le « chronostat ») ν_1 à laquelle il emprunte l'énergie w_1 (« transformation isochronique »).

2° La source ν_1 est écartée, et l'on continue la « dilatation » (de l_2 à l_3) du corps qui, se trouvant isolé, subit une diminution de fréquence de ν_1 à ν_2.

3° Il est mis en contact avec la source ν_2; il est « comprimé » (de l_3 à l_4) et reste à la même fréquence ν_2 en cédant l'énergie W_2 à la source.

4° La « compression » est « adiabatiquement » continuée jusqu'à ce que le corps soit revenu à son état initial.

---

[1] Séance du 2 décembre 1929.

Nous avons

$$\frac{|W_2|}{|W_1|}=\frac{\nu_2^2\int_{l_4}^{l_3}dl}{\nu_1^2\int_{l_1}^{l_2}dl}=\frac{\nu_2^2(l_3-l_4)}{\nu_1^2(l_2-l_1)},$$

tandis que par la loi d'invariance adiabatique sont données les relations suivantes :

$$\frac{E}{\nu}=\text{const.};$$

soit

$$\nu_1 l_2=\nu_2 l_3, \qquad \nu_1 l_1=\nu_2 l_4,$$

et

$$\nu_2(l_3-l_4)=\nu_1(l_2-l_1).$$

Donc le rendement de la machine est donné par l'expression

$$R=\frac{|w_1|-|w_2|}{|w_1|}=1-\frac{|w_2|}{|w_1|}=1-\frac{\nu_2}{\nu_1}.$$

Évidemment toutes les opérations décrites sous les n°s 1° à 4° peuvent être exécutées dans un ordre inverse.

Cette expression du rendement maximum a déjà été donnée par Daniel Berthelot dans ses études sur les relations de l'énergie radiante avec les autres formes d'énergie (1). La « capacité radiante » introduite par lui n'est pas autre chose que l'invariance adiabatique, c'est une notion analogue à celle d'entropie en thermodynamique. R est toujours inférieur à l'unité. Nous avons

$$\nu_2 \leqq \nu_1 \qquad \text{(loi de Stokes).}$$

Désignons par n_1 le nombre des quanta absorbés par le corps, par n_2 celui des quanta cédés. Nous avons

$$\frac{|w_1|}{|w_2|}=\frac{n_1 h\nu_1}{n_2 h\nu_2}=\frac{\nu_1}{\nu_2},$$

c'est-à-dire $n_1=n_2$, résultat très remarquable.

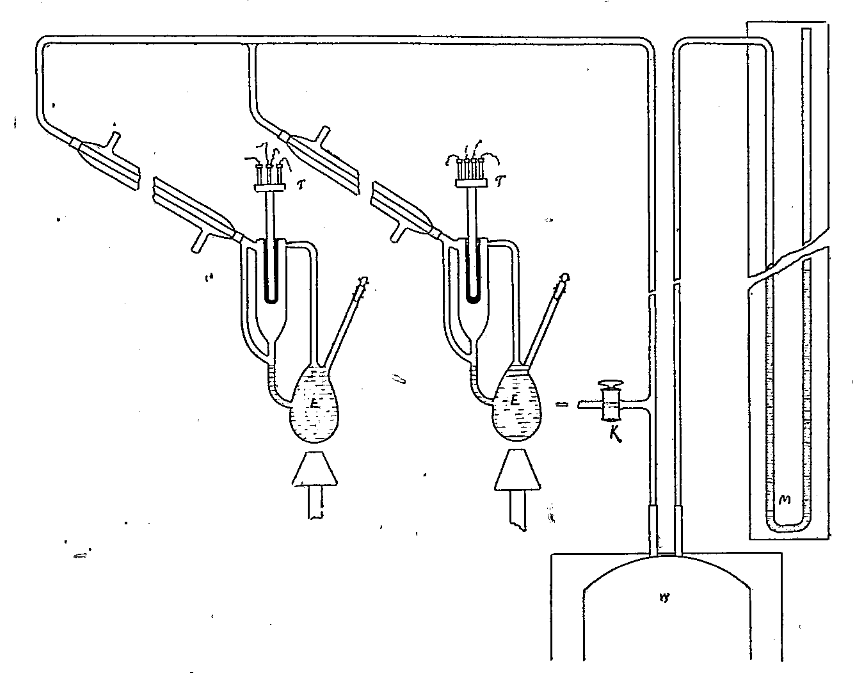
---

(1) Voir aussi JOHN Q. STEWART, *Definition of frequency* (*Phys. Rev.*, 34, 1928, p. 1052), qui a été publié pendant ma préparation de cette Note.

PHYSIQUE. — *Sur la température d'ébullition de l'eau en fonction de la pression.* Note de MM. **A. Zmaczynski** et **A. Bonhoure**, présentée par M. A. Cotton.

On a utilisé les ébullioscopes imaginés par M. W. Swietoslawski (¹) pour mesurer la température d'ébullition de l'eau sous différentes pressions. Les appareils montés dans ce but sont représentés par la figure ci-après.

Deux ébullioscopes E, placés au même niveau, communiquent par un tube commun avec un récipient de grande capacité W et un manomètre différentiel à eau M; le robinet K permet d'établir dans le système une dépression ou une surpression.



La température d'ébullition de l'eau a été déterminée à l'aide de deux thermomètres à résistance électrique *r*, placés chacun dans un ébullioscope, et qui avaient été préalablement comparés, entre 0° et 200°, aux thermomètres-étalons du Bureau international des Poids et Mesures. Les résis-

(¹) W. Swietoslawski, *Bulletin international de l'Académie polonaise des Sciences et des Lettres*, série A, 1924, p. 59.

tances des thermomètres ont été mesurées à l'aide d'un pont différentiel de Smith (¹) et d'un galvanomètre de grande sensibilité construit par la Cambridge Instrument C°. Il résulte d'expériences préalables que la température d'ébullition dans des ébullioscopes du type qui a été utilisé ici peut être déterminée avec une exactitude de 0,001 à 0,002 degré.

La pression atmosphérique était déterminée à l'aide d'un baromètre à mercure de précision, à de fréquents intervalles allant de 4 à 16 minutes. Les dépressions et les surpressions étaient mesurées au moyen du manomètre, observé en même temps que chacun des deux thermomètres; ses indications ont été exprimées en hauteur de mercure. Les observations du baromètre, après avoir été ramenées aux conditions normales, ont été reliées par une courbe continue qui a permis de déterminer la valeur de la pression atmosphérique correspondant à chaque lecture du manomètre.

Les expériences ont été faites à des pressions comprises entre 683^{mm} et 832^{mm} de mercure, et réparties en seize groupes, dont chacun comportait deux lectures des thermomètres. Les moyennes des pressions et des températures fournies par chacun de ces groupes d'observations ont permis de calculer, par la méthode des moindres carrés, la fonction suivante :

$$\Theta = 57,2587 + 0,0793722\,p - 35,5273 \,.\, 10^{-6} p^2 + 6,6950 \,.\, 10^{-9} p^3$$

dans laquelle Θ représente la température, exprimée dans l'échelle normale du thermomètre à hydrogène, et p la pression en millimètres de mercure.

Dans l'intervalle étudié, ce résultat est intermédiaire entre ceux qui ont été trouvés par Chappuis et par Holborn et Henning (²); aux environs de la pression normale, il concorde particulièrement bien avec les observations de Chappuis.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'emploi d'un détecteur à galène dans les mesures opérées par courant variable.* Note de M. **A. Guillet**, présentée par M. A. Cotton.

Le détecteur dit à contact étant le plus simple des *trieurs de charges*, il serait opportun de pouvoir le faire servir aux mesures opérées par courant

(¹) *The National Physical Laboratory* (*Collected Researches*, 9, 1913, p. 219).

(²) Ch. Volet, *La température d'ébullition de l'eau d'après les expériences de P. Chappuis* (*Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures*, 18, 1929; sous presse).

variable et plus spécialement par courant alternatif fourni par le réseau d'éclairage. Mais une telle technique exige la connaissance préalable de quelque loi précise concernant l'écoulement de l'électricité à travers le détecteur donné.

Comme l'induction mutuelle constitue le lien le plus général entre l'électricité et les grandeurs géométriques, cinématiques ou autres à mesurer, et que je désirais opérer dans des conditions bien définies, j'ai associé aux divers détecteurs étudiés un *Inductomètre gradué* permettant de former tous les coefficients d'induction mutuelle M allant de o à $M_1\sum_0^n 2^p$ où $n=32$ et $M_1 = 2{,}6.10^4$ U.E.M.

La force électromotrice du circuit d'éclairage par courant alternatif est appliquée à la bobine primaire à travers un rhéostat destiné à régler l'intensité efficace I_{eff} du courant inducteur. Si l'induit comprend N spires, le coefficient d'induction mutuelle correspondant est $M = M_1.N$.

La question est de savoir comment le détecteur à galène inséré dans le circuit induit influe sur l'intensité i du courant qui prend naissance dans ce circuit. L'expérience consiste donc à relever les positions du spot du galvanomètre placé dans le circuit induit pour une même valeur de l'intensité efficace inductrice I_{eff}, lorsque N reçoit les valeurs consécutives entières 1, 2, 3, etc.

On voit, par l'examen du tableau des nombres ainsi obtenus, que les déviations observées Δ du spot sont telles que $\Delta = K.N^2$, d'où il suit que pour un courant alternatif inducteur donné, les courants induits, tels qu'ils sont détectés par la galène, ont des intensités proportionnelles aux carrés des coefficients d'induction mutuelle des deux circuits, résultat en accord avec une théorie exposée dans une Note antérieure [1].

1° On a

$$i = J.M^2,$$

en d'autres termes la courbe (i, M) est une parabole, alors que dans le cas d'un trieur mécanique et d'un circuit induit métallique, on obtient la droite $i = SM$ imposée par la loi de Neumann, où $S = \frac{1}{R} n_{freq}$.

A une petite variation ΔM de M correspond une variation de courant

---

(1) *Comptes rendus*, 183, 1926, p. 350.

$\Delta i = 2\mathrm{JM}.\Delta\mathrm{M}$, soit pour deux variations successives $\Delta\mathrm{M}$, $\Delta\mathrm{M}'$

$$\frac{\Delta i'}{\Delta i} = \frac{\Delta\mathrm{M}'}{\Delta\mathrm{M}},$$

relation que l'on vérifie directement à l'aide d'un compensateur auxiliaire formé d'un long tube isolant de petit diamètre recouvert d'une couche de fil, pouvant recevoir d'une vis un mouvement de translation suivant l'axe d'une longue bobine. L'une des extrémités de cette sorte de sonde *elmg* se trouve vers le milieu de l'autre bobine. Alors $\frac{\Delta\mathrm{M}'}{\Delta\mathrm{M}} = \frac{\varepsilon'}{\varepsilon}$, en désignant par ε, ε' deux translations successives de la sonde. Le *pouvoir d'amplification* pour Δi étant égal à $2\mathrm{JM}$, il est toujours possible de faire correspondre à une variation déterminée $\Delta\mathrm{M}$ de M un déplacement du spot aussi grand que l'erreur consentie sur la mesure à faire l'exige.

La détermination de la constante K est le meilleur moyen de contrôler la permanence d'état d'un contact et d'étudier les causes qui en font varier le *pouvoir de détection :* position, force d'appui, nature du milieu ambiant (éther, sulfure de carbone), etc. Et même de suivre ce pouvoir en comparant le courant détecté à celui que donne le tri mécanique, opéré dans les mêmes conditions générales de circuits, d'intensité de courant, etc.

Conservant l'état du contact, on voit de même comment le coefficient K dépend : de l'intensité I du courant inducteur, de la résistance R de la partie métallique du circuit induit, ou encore d'une résistance R′ mise en parallèle avec le détecteur ou formant shunt S pour le galvanomètre.

La connaissance de la fonction K n'est pas nécessaire puisque celle-ci s'élimine dans le rapport à former; mais il est utile de construire les réseaux de courbes (Δ, M) en vue de choisir un état de contact sensible et stable et aussi Δ, I — Δ, R — Δ, R′ — Δ, S afin de fixer les conditions qui conviennent le mieux aux mesures à effectuer.

J'ai contrôlé ce mode d'emploi du détecteur à galène en l'appliquant à la détermination des allongements de fils métalliques soumis à des charges allant de 50^{g} à 6^{kg}, de flèches de flexion ou de profondeur d'empreintes sphériques.

SPECTROSCOPIE. — *Sur les spectres de l'hydrogène obtenus par choc électronique dans un mélange hydrogène-vapeur de mercure.* Note de M. **Stefan Vèncov**, présentée par M. A. Cotton.

L'étude spectroscopique de la lumière émise par l'excitation d'un mélange gazeux montre souvent des échanges d'énergie entre les atomes et les molécules (neutres ou excités) des corps présents. Des combinaisons plus ou moins stables peuvent prendre naissance dans le sein d'un tel mélange.

Poursuivant l'étude des spectres de l'hydrogène par choc électronique, j'ai essayé, avec le dispositif expérimental décrit dans les Notes précédentes ([1]), d'augmenter l'efficacité des chocs en ajoutant de la vapeur de mercure. Il est recommandable d'employer deux gaz dont les potentiels d'excitation présentent une différence assez grande : on peut alors, si la pression du gaz au potentiel d'excitation le plus bas est une petite fraction de la pression de l'autre, éviter l'élargissement ou même la disparition des raies spectrales du premier gaz pour les forts courants d'excitation convenant au second.

Des faits intéressants ont été observés déjà, dans cet ordre d'idées, pour différents gaz et même pour la vapeur de mercure par décharges oscillantes ([2]) ou par résonance optique ([3]). Mes résultats peuvent se rapprocher de ceux obtenus par Duffendack et Compton et par C. Kwei ([4]) qui se sont occupés de cette question.

La pression de la vapeur de mercure dans mon appareil a été maintenue entre $1\text{-}2.10^{-3}$ mm; celle de l'hydrogène a varié entre 0,01 et 1^{mm}.

En général l'intensité lumineuse de la décharge est nettement augmentée ce qui a permis d'employer le temps de pose au moins cinq fois plus courts pour les mêmes potentiels accélérateurs — que dans l'hydrogène pur.

Mesures d'ionisation. — La courbe d'ionisation (courant-potentiel) se

---

([1]) *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 27 et 279.

([2]) Mertòn, *Proc. Roy. Soc.*, 96, 1919, p. 382. — Baratt, *Phil. Mag.*, 46, 1922, p. 627. — Schüller et Wolf, *Zeits. f. Phys.*, 33, 1925, p. 42; 35, 1926, p. 477. — Jezewski, *Journ. de Phys.*, 9, 1928, p. 278.

([3]) Franck et Cario, *Zeits. f. Phys.*, 11, 1922, p. 161; 17, 1923, p. 202. — O. Oldenberg, *Zeits. f. Phys.*, 41, 1927, p. 1.

([4]) C. T. Kwei, *Phys. Rev.*, 26, 1925, p. 537. — Duffendack et Compton, *Phys. Rev.*, 23, 1924, p. 583.

redresse beaucoup plus que pour l'hydrogène seul et montre un potentiel d'illumination aux environs de 16 volts et un potentiel d'arc vers 27-30 volts. La valeur du second dépend de la pression et tend à se rapprocher du premier quand la pression de l'hydrogène diminue. En faisant décroître le potentiel on ne retrouve pas les mêmes points, la courbe descend lentement et tombe brusquement aux environs de 16 volts. Elle enferme un contour dont la forme est influencée par la pression du gaz. Au potentiel d'arc le potentiel accélérateur tombe brusquement et pour maintenir le courant thermionique constant il est nécessaire de faire varier fortement la température du filament.

Observations spectroscopiques. — Quelle que soit la pression de l'hydrogène, pour des potentiels de 10,4 volts à 25 volts, j'obtiens sur les clichés les raies du spectre d'arc du mercure : $2p$-ms, $2p$-md et $1s$-$2p$ dues aux chocs des électrons avec les atomes normaux du mercure. Ces raies se comportent comme l'a indiqué Déjardin (1). Vers 20 volts apparaissent les trois premiers membres de la série de Balmer. Leurs intensités sont variables et restent constantes pour des potentiels supérieurs à l'arc, on peut donc admettre que les atomes de mercure excités dans l'état $2p$ (ou plus haut) cèdent leur énergie dans des chocs de seconde espèce avec les molécules d'hydrogène qui sont ainsi dissociées en atomes. La grande concentration des ions positifs Hg^+ au voisinage du filament (2) aurait dû laisser voir les termes d'ordre élevés du spectre du mercure; leur absence montre que leur énergie est absorbée par les atomes dans l'état $2p$, d'où la possibilité de retrouver le phénomène de dissociation de l'hydrogène plus grand près du filament.

Pour la pression de la vapeur de mercure employée, je n'ai pas obtenu le spectre Balmer au-dessous de 16,5 volts. Les résultats obtenus par Duffendack (3) avec un arc à faible tension (5,5 volts) dans un mélange d'hydrogène-mercure, montrent l'apparition de ce spectre vers 14 volts. Je crois que, dans son cas, la dissociation de l'hydrogène est due seulement aux atomes de mercure excités très nombreux et que l'énergie cinétique des électrons de choc ne se transmet pas directement aux molécules d'hydrogène. Un autre résultat est d'accord avec mon opinion : Si la pression de l'hydrogène est faible ($0^{mm},05$ environ) même pour des potentiels supérieurs à 16,5 volts, ses trois spectres sont excessivement faibles. En effet, l'intervalle de temps entre

(1) G. Déjardin, *Annales de Physique*, 2, 1924, p. 241.
(2) W. C. Mc. Curdy, *Phil. Mag.*, 48, 1924, p. 898.
(3) O. S. Duffendack, *Astroph. J.*, 60, 1924, p. 122

deux chocs avec les atomes de mercure excités est plus grand que la durée de la vie moyenne de l'état excité de ceux-ci. Sur ce point, mes expériences sont en accord avec celles de Cario sur l'affaiblissement de la fluorescence de résonance dans le mercure.

Le spectre secondaire (les quelques lignes plus fortes entre 5000-4100 Å) qui accompagne le spectre continu est beaucoup plus faible que celui-ci. Au delà du potentiel d'arc, le spectre continu devient très intense pendant que le spectre secondaire a presque disparu. Les expériences semblent montrer que l'intensité du spectre continu dépend surtout du degré de dissociation de l'hydrogène et non pas du champ électrique.

Pour de faibles pressions d'hydrogène je n'ai pas trouvé une chute d'intensité de ce spectre au voisinage de la raie 2537 Å; ce fait s'oppose à l'interprétation de Schüller et Wolf qui le considèrent comme un spectre de recombinaison des atomes.

J'ai pu identifier au-dessus de 50 volts quelques bandes de Hulten (HgH) : 3728, 3500, 3275 Å et une à 2345 Å, obtenue par Grotrian ([1]). Leur apparition semble liée à celle des bandes de la vapeur d'eau (sur mes clichés 3064 et 2811 Å) conformément aux affirmations de Gaviola ([2]).

SPECTROSCOPIE. — *Les termes spectraux et la valence chimique.* Note ([3]) de M. **Adolfo T. Williams**, présentée par M. Ch. Fabry.

Les éléments caractéristiques de la troisième colonne du tableau périodique (B et Al) sont trivalents. Dans le sous-groupe du gallium, ce dernier élément est bi ou trivalent; l'indium présente les valences 1, 2 et 3. Quant au thallium, il est surtout monovalent, mais aussi trivalent dans les composés thalliques qui sont de beaucoup les moins stables.

Pour ces éléments, la relation établie par nous ([4]) : $V = R \pm 1$, dans laquelle V désigne la valence chimique et R la multiplicité spectrale, n'est pas en accord avec les données chimiques. Cette anomalie peut être interprétée en admettant avec Rao ([5]) que la valence diminue à mesure que la différence des termes de base du spectre d'arc : ${}^2P_2 - {}^2P_1$, augmente pro-

([1]) Grotrian, *Zeits. f. Phys.*, 5, 1921, p. 148.
([2]) E. Gaviola, *Phil. Mag.*, 40, 1928, p. 1191.
([3]) Séance du 12 novembre 1929.
([4]) A. T. Williams, *Journal de Chimie physique*, 25, 1928, p. 722.
([5]) K. R. Rao, *Proceedings Physical Society London*, 37, 1924, p. 264.

gressivement, comme l'indique le tableau suivant :

	$^2P_2 - {}^2P_1$.	Valence.
Al................	112,07 cm^{-1}	3
Ga................	826,00	2 et 3
In................	2212,60	3, 2 et 1
Tl................	7792,70	3 et 1

Dans le sous-groupe du scandium, les éléments sont normalement trivalents et la relation $V = R \pm 1$ est strictement vérifiée. Les terres rares peuvent être rattachées à ce même sous-groupe par leurs propriétés chimiques et leurs configurations électroniques externes. Pour ces éléments, la multiplicité spectrale passe par un maximum égal à 11 ou 9 dans le cas du Gd (1), suivant que l'on considère les configurations $(4f)^n(5d)^2(6s)$ ou $(4f)^n(5d)(6s)^2$. La relation $V = R \pm 1$ ne peut évidemment s'appliquer, mais en échange, pour les éléments 57 à 64, du La au Gd, on peut admettre les relations :

$$V = R - 1 - f \quad \text{ou} \quad V = R + 1 - f,$$

dans lesquelles f représente le nombre des électrons qui se trouvent sur les orbites $4f$.

Pour les éléments 65 à 71, du Tb au Lu, sont valables les relations :

$$V = R - 1 - (f - 2n), \qquad V = R + 1 - (f - 2n),$$

dans lesquelles n varie de 1 à 7 (du Tb au Lu).

Dans les terres rares, l'accroissement du nombre atomique résulte de l'agrégation d'électrons aux orbites $4f$. La correction qu'il convient d'introduire dans la relation $V = R \pm 1$ constitue une preuve supplémentaire à l'appui de cette hypothèse.

Pour les éléments de la quatrième colonne : Si, Ge, Sn et Pb, les termes fondamentaux des spectres ont les valeurs indiquées dans le tableau suivant :

Termes spectraux.	Éléments et valences.			
	Si, 4.	Ge 4, et 2.	Sn, 4 et 2.	Pb, 2 et 4.
$^3P_0$......	64275,0 cm^{-1}	61270,0 cm^{-1}	59690,0 cm^{-1}	59821,0 cm^{-1}
$\Delta\nu_1$......	77,0	557,0	1692,0	7817,0
$^3P_1$......	64198,0	60713,0	57998,0	52004,0
$\Delta\nu_2$......	147,0	852,0	1736,0	2831,0
$^3P_2$......	64051,0	59861.0	56262,0	49173,0
$\Sigma\Delta\nu$......	224,0	1409,0	3428,0	10648,0

A mesure que les différences : $^3P_0 - {}^3P_1$, $^3P_1 - {}^3P_2$ et $\Sigma\Delta\nu$ augmentent,

(1) F. Hund, *Linienspektren und periodisches system der elemente*, p. 176.

la valence passe de la valeur unique 4(Si) à la valeur la plus importante 2 dans le cas du plomb. Il existe une période de transition, représentée par Ge et Sn, analogue à celle que l'on rencontre dans le sous-groupe Al — Tl. Par contre, dans le sous-groupe N — Bi de la cinquième colonne, où les différences des termes de base des spectres sont du même ordre, les divers éléments présentent les mêmes valences.

Ces relations contribueront sans doute à éclaircir le problème encore obscur de la théorie électronique de la valence, que London et Heitler (1) ont commencé à envisager au point de vue de la nouvelle mécanique atomique.

POLARISATION ROTATOIRE. — *Influence de la température et des solvants sur les pouvoirs rotatoires des corps actifs.* Note de M. **R. Lucas** et Mlle **D. Biquard**, présentée par M. A. Cotton.

L'influence des solvants et de la température sur l'activité optique de différents dérivés a fait l'objet de nombreuses observations.

L'un de nous a proposé (2) (dans le cas où une réaction chimique ne semble pas entrer en jeu), l'hypothèse que les molécules sont capables d'exister sous diverses configurations monomoléculaires, le passage d'une configuration à l'autre ayant lieu de manière *discontinue*. Il résulte de cette hypothèse que les proportions des diverses configurations dépendent des facteurs d'équilibre tels que la température, la nature des solvants et la concentration, en sorte que les corps qui présentent des pouvoirs rotatoires variables avec les solvants *doivent* présenter des activités optiques variables avec la température.

La présente Note apporte de nouvelles observations relatives à l'influence de la température et des solvants sur certains corps actifs. Les expériences ont porté sur les corps suivants : la fenchone gauche, le camphre cyané droit, l'anisylcamphre droit et l'éther malique diméthylique.

Les mesures de pouvoirs rotatoires spécifiques $[\alpha]$ faites avec les radiations du mercure de longueurs d'onde 5780, 5460 et 4358 U.Å qui sont désignées par les lettres J, V, I.

---

(1) *Zeitschrift für Physik*, 44, 1927, p. 455; 46, 1927, p. 455; 47, 1928, p. 835; 50, 1928, p. 24.

(2) R. Lucas, *Annales de Physique*, 9, 1928, p. 381.

Fenchone gauche pure à diverses températures.

Température..	17°,5.	40°.	80°.	101°,5.	139°.	181°.
$[\alpha]_J$........	— 66,33	— 64,74	— 61,74	— 60,24	— 57,08	— 54,14
$[\alpha]_V$........	— 77,22	— 75,33	— 71,98	— 70,35	— 66,55	— 63,10
$[\alpha]_I$........	—154,08	—150,94	—144,6	—141,81	—134,55	—128,75

Fenchone gauche dans divers solvants
(température 19°,2; concentration 2g,5 dans 100cm³).

Solvants......	Cyclo-hexane.	Acide acétique.	Benzène.	Acide formique.	Acide phosphorique.	Acide sulfurique.
$[\alpha]_J$........	— 59,32	— 70,80	— 80,30	— 89,45	—108,4	—159
$[\alpha]_V$........	— 69,02	— 82,60	— 93,54	—104,03	—126,7	—185
$[\alpha]_I$........	—138,18	—168,6	—186,7	—213,52	—257,7	—369

Camphre cyané droit pur à diverses températures.

Température........	134°.	151°.	182°.
$[\alpha]_J$............	60,50	61,79	64,36
$[\alpha]_V$............	69,87	71,66	74,70
$[\alpha]_I$.............	137,42	141,6	147,7

Camphre cyané droit dans divers solvants.

Solvants............	Benzène.	Alcool méthylique.	Alcool éthylique.	Potasse.
$[\alpha]_J$............	— 3,69	41,35	44,83	178,2
$[\alpha]_V$............	— 6,40	45,11	51,66	208,5
$[\alpha]_I$............	—33,99	80,83	92,33	430,6

Anisyl camphre droit à diverses températures (¹).

Température.........	19°.	86°.	148°.	257°.
$[\alpha]_J$.............	120,76	115,9	109,3	101,1
$[\alpha]_V$.............	143,25	137,6	129,2	119,5
$[\alpha]_I$.............		301,4	283,1	258,7

Malate diméthylique à diverses températures (²).

Température......	3°.	17°.	19°.	95°.
$[\alpha]_J$..........	—5,37	—5,58	—5,55	—6,49
$[\alpha]_V$..........	—5,76	—6,06	—6,04	—7,14
$[\alpha]_I$..........	—7,12	—7,57	—7,51	—9,73

(¹) Pour l'influence des solvants, voir A. Haller et R. Lucas, *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 1805.

(²) Pour l'influence des solvants, voir Grossmann et Landau, *Zeit. f. Phys. Chem.*, **75**, 1910, p. 129.

L'examen des résultats précédents montre le parallélisme des actions des solvants et de la température sur l'activité optique. Dans le cas de la fenchone il y a une similitude remarquable avec le camphre dans le classement des solvants. L'inversion du camphre cyané dans le benzène n'avait pas été observée ([1]). Pour le malate diméthylique l'existence d'un maximum et d'un minimum pour $\alpha(T)$ est incompatible avec l'hypothèse de deux formes actives ([2]).

Signalons qu'il n'est pas possible, pour les corps précédents, de rendre compte des variations des $[\alpha]$ par l'hypothèse d'un mélange, de deux formes actives seulement.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur le rayonnement responsable du relèvement final des courbes d'absorption relatives au* Ra(D + E). Note ([3]) de MM. **Georges Fournier** et **Marcel Guillot**, présentée par M. Jean Perrin.

Dans un travail sur l'absorption des rayons β par la matière ([4]) l'un de nous a observé que les courbes logarithmiques d'absorption du rayonnement de Ra(D + E) dans les corps simples à numéro atomique supérieur à 50 présentaient un relèvement final que l'auteur proposait d'attribuer à la production d'un rayonnement secondaire, probablement de nature électromagnétique, au sein des écrans absorbants. Cette explication était motivée par le fait qu'aucun relèvement n'avait pu être observé pour les éléments absorbants à numéro atomique inférieur à 50.

Nous nous sommes efforcés récemment de mettre en évidence, par une méthode photographique associée à l'emploi d'un champ magnétique, un tel rayonnement secondaire prenant son origine dans les écrans. L'ensemble des résultats obtenus nous amène à conclure qu'il n'est pas possible d'attribuer le relèvement final des courbes d'absorption à un rayonnement secondaire, mais seulement au rayonnement γ primaire de la source.

Ce rayonnement avait été étudié antérieurement par I. Curie et G. Fournier ([5]), ce qui nous a permis de calculer *a priori* quel devrait être l'aspect

([1]) Haller et Hinguin, *Comptes rendus*, 136, 1903, p. 1525.

([2]) Voir à ce sujet R. Lucas, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 857.

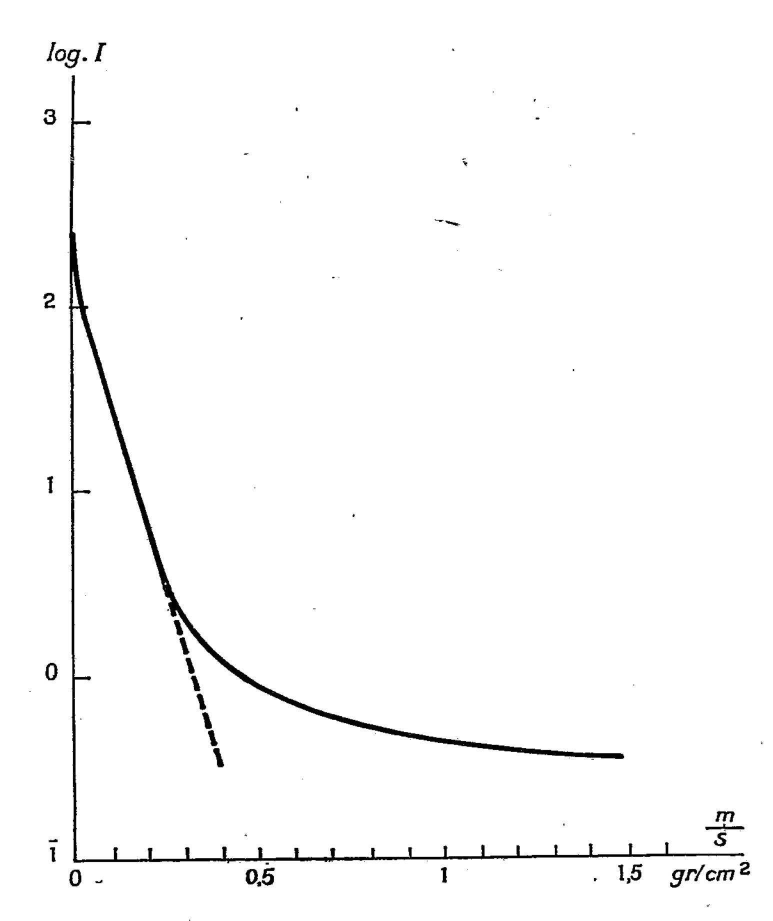
([3]) Séance du 2 décembre 1929.

([4]) Georges Fournier, *Thèse de Doctorat*, Paris, 13 mai 1927 (Masson, éditeur).

([5]) *Comptes rendus*, 176, 1923, p. 1301.

de la fin de la courbe d'absorption. Il y a bon accord avec le relèvement observé expérimentalement.

Mais, si le relèvement est dû au rayonnement γ primaire de la source, il devrait également se manifester avec des absorbants légers, à condition de pousser assez loin la courbe d'absorption. C'est ce que nous avons soumis à la vérification, en déterminant à nouveau, par la méthode d'ionisation, à



l'aide d'un appareil particulièrement sensible à quartz piézo-électrique, la courbe d'absorption du rayonnement de Ra(D + E) relative au carbone.

Alors que nos anciennes déterminations devenaient incertaines lorsque la masse superficielle des écrans atteignait 0,25 g/cm², nous avons pu pousser cette fois les mesures jusqu'à 1,5 g/cm² environ. La courbe logarithmique d'absorption obtenue est reproduite ci-dessous. Elle présente un relèvement final considérable.

Le relèvement final des courbes d'absorption relatives au rayonnement du Ra(D + E) semble donc bien dû au rayonnement γ primaire de la source, qui commence à se manifester lorsque le rayonnement β primaire est suffisamment atténué. Il faut d'ailleurs remarquer que, dans l'étude des courbes d'absorption relatives au rayonnement de l'uranium X, Georges Fournier (*loc. cit.*) n'a jamais observé de relèvement final, même avec les éléments les plus lourds. Dans ce cas en effet la source n'émet que du rayonnement β sans rayonnement γ primaire.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Étude ébullioscopique des équilibres moléculaires de la résorcine dans les solutions de chlorure de calcium.* Note de MM. **F. Bourion** et **E. Rouyer**, présentée par M. G. Urbain.

Nous avons étendu aux solutions de résorcine dans les solutions aqueuses de chlorure de calcium l'étude ébullioscopique faite antérieurement ([1]) dans les solutions de chlorures alcalins, et l'étude cryoscopique similaire, publiée par l'un de nous avec M. Ch. Tuttle ([2]). La constante d'équilibre est

$$K_n = \frac{c^n}{c'} = \frac{n C^{n-1}(n \times 110 \Delta e - ak)^n}{(n-1)^{n-1}.a^{n-1}.k^{n-1}(nak - n \times 110 \Delta e)},$$

n, c, c', C et a étant le degré d'association, les concentrations des molécules, simples, associée et totale (cette dernière exprimée en molécules simples), et la masse de résorcine dans 100^g d'eau, k et Δe les constantes et élévation ébullioscopiques.

Nous avons étudié les deux séries 0,25 M et 0,6125 M. Dans chaque série, le rapport de la masse de Cl^2Ca à la masse d'eau contenue dans le mélange ternaire est déterminé, et égal en particulier, à celui qu'il possède dans le mélange eau-Cl^2Ca, dont la composition définit la série; k est obtenu par la méthode des premiers passages par zéro, et d'encadrement.

1. Pour chaque série, la résorcine dissoute dans les solutions de Cl^2Ca, donne lieu à des équilibres entre molécules simples et doubles, ou entre molécules simples et triples. On a :

(1) F. Bourion et E. Rouyer, *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 941 et 1064; 186, 1928 p. 82; 188, 1929, p. 626. — *Journ. de Chim. phys.*, 24, 1927, p. 437-469, et 25, 1928 p. 234-248.

(2) F. Bourion et Ch. Tuttle, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1124, et 188, 1929, p. 1110 et 1496. — *Journ. de Chim. phys.*, 25, 1928, p. 485-496, et 26, 1929, p. 291-311.

Concentration.	Cl^2Ca 0,25 M; $k = 6,29$. K_2.	K_3.	K_4.	Cl^2Ca 0,6125 M; $k = 7,41$. K_2.	K_3.	K_4.
0,500.........	-	-	-	1,45	1,37	-
0,625.........	2,01	2,37	1,97	1,48	1,76	-
0,750.........	1,85	2,64	2,56	1,50	2,14	-
0,875.........	1,85	3,08	3,45	1,32	2,21	-
1,000.........	1,55	2,96	3,71	1,24	2,40	2,95
1,125.........	1,38	3,00	-	1,17	2,57	-
1,250.........	1,22	2,99	-	-	2,81	-
1,375.........	-	3,14	-	-	2,89	-
1,500.........	-	3,29	-	-	2,94	-
1,625.........	-	3,16	-	-	3,03	-
1,750.........	-	3,35	-	-	2,93	5,94
1,875.........	-	3,50	7,62	-	2,96	6,38
2,000,........	0,81	3,51	8,10	-	3,31	7,61

(*a*) K_2 moy. = 1,93; (*b*) K_3 moy. = 3,12; (*c*) K_2 moy. = 1,44; (*d*) K_3 moy. = 2,93.

2. La constante ébullioscopique k, plus élevée dans l'eau, croît en même temps que la concentration en chlorure de calcium, elle est plus grande que pour le chlorure de potassium à la même concentration équivalente, et du même ordre de grandeur que pour Cl Na. On a :

	Eau.	0,5 M. ClK.	ClNa.	ClLi.	0,25 M. Cl^2Ca.	1,225 M. ClK.	ClNa.	ClLi.	0,6125 M. Cl^2Ca.
k.........	5,24	6,01	6,35	7,38	6,29	7,06	7,67	8,38	7,41
K_2........	2,03	1,77	1,69		1,93	1,45	1,46		1,44
K_3........	5,04	3,85	3,61	1,43	3,12	2,61	2,26	1,36	2,93

Les constantes d'équilibre K_2 et K_3 relatives au chlorure de calcium, voisines pour les deux séries, sont du même ordre de grandeur que pour les concentrations équivalentes en ClK et ClNa alors que la constante K_3 est sensiblement plus faible pour ClLi.

3. Des considérations thermodynamiques établies antérieurement montrent que si le chlorure de calcium possède la même pression osmotique dans le mélange ternaire que dans le solvant pur en présence du même poids d'eau, et si la résorcine obéit à la loi de Van' t Hoff relative aux solutions étendues, les solutions de Cl^2Ca devaient satisfaire comme milieu aux lois de l'ébullioscopie, avec une constante ébullioscopique sensiblement égale à celle de l'eau pure, résultat en contradiction avec l'expérience. On trouve une interprétation de cette divergence en admettant une adsorption de l'eau par les ions du sel.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le mécanisme de l'hydrogénation catalytique.* Note de M. **M. Bourguel** et Mlle **V. Gredy**, présentée par M. G. Urbain.

Dans une Note récente [1] nous avons montré que l'hydrogénation catalytique à l'aide de palladium colloïdal était précédée d'une action de l'hydrogène sur le métal dont dépend l'activité future du catalyseur. Nous avons montré que, à pression constante, cette activité était une fonction de la concentration du colloïde au moment où il reçoit le gaz pour la première fois et que cette fonction est indépendante du corps à hydrogéner.

Nous allons montrer ici que cette activité dépend aussi de la concentration (pression) en hydrogène.

Par analogie avec ce que nous avions dû faire dans notre étude précédente pour obtenir des résultats reproductibles, nous avons toujours *préparé* le catalyseur en agitant au préalable pendant 10 minutes le colloïde avec l'hydrogène sous une pression donnée; alors seulement, nous ajoutons l'accepteur d'hydrogène et commençons la catalyse, soit sous la pression précédente, soit sous une autre.

Une série d'expériences nous a d'abord montré que, dans la zone étudiée comprise entre 100 et 800^{mm} de mercure, la vitesse de catalyse suivait proportionnellement et instantanément toutes les variations de pression en cours d'opération, même si l'hydrogénation débute sous une pression différente de celle qui règne dans l'appareil au moment du premier contact, soit 1^{atm}. Pour avoir une mesure de l'activité du catalyseur nous avons alors pensé prendre un poids fixe de métal dilué à concentration constante, le préparer sous une certaine pression, puis effectuer l'hydrogénations ous cette même pression. Pour représenter les résultats, nous aurions alors multiplié la vitesse obtenue par $\frac{760}{\text{pression}}$ de façon à la ramener toujours à une pression constante.

Nous avons dû renoncer à ce mode opératoire, car la zone des pressions intéressantes est celle des très basses pressions; les vitesses étaient alors trop faibles. Nous avons donc préparé sous des pressions variables, mais toujours hydrogéné sous 760^{mm}.

Le résultat final doit être le même si toutefois la variation de pression

---

[1] *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 909.

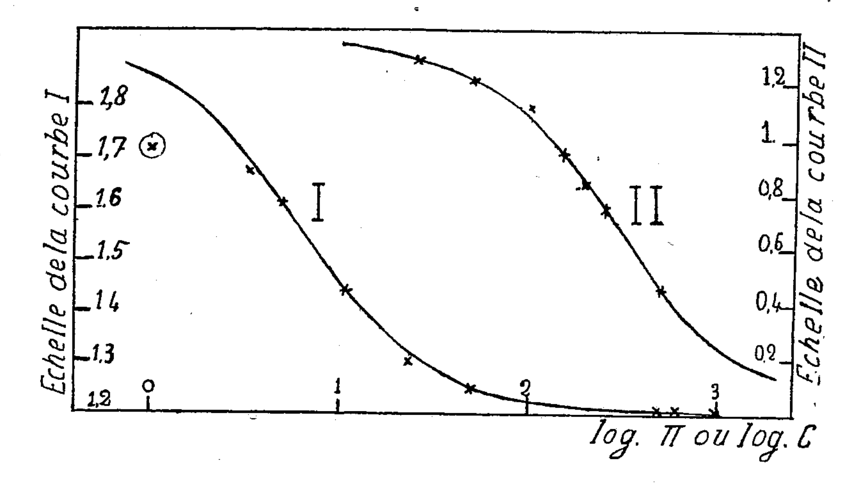
ultérieure ne modifie pas l'activité due au premier contact. Pour les basses pressions, nos expériences montrent qu'elle change un peu; mais le changement se fait lentement; on peut l'éliminer par extrapolation des courbes de vitesse.

Tant que la pression de préparation varie entre 760 et 50^{mm}, l'activité reste constante; elle ne commence à varier nettement que vers 20^{mm}. On la voit alors *croître* quand la pression *baisse*, d'abord lentement, puis très rapidement vers 5^{mm}. Elle a ensuite tendance à redevenir constante, vers $0^{mm},5$.

Pression π	794.	694.	550.	354.	39.	18.	8,2.	3,7.	2,6.	0,76.
Activité	1,20	1,20	1,21	1,21	1,25	1,30	1,44	1,62	1,67	1,71

Ces nombres se rapportent au phénylacétylène; d'autres corps montrent aussi une augmentation de la vitesse pour les mêmes valeurs de la pression.

Dans le cas où l'accepteur est le phénylacétylène, nous avons pu com-



parer les courbes de variation de l'activité en fonction des concentrations du colloïde et de l'hydrogène : la courbe I est déduite du tableau précédent : elle est bien représentée, de 760^{mm} à $2^{mm},6$ inclus, par la loi

$$A_1 = \alpha \frac{1 - 10^{-\beta t}}{\pi} + \gamma,$$

où A_1 est l'activité en litres par heure, π la pression en millimètres de Hg, α, β, γ des constantes qui pour $2^{mg},85$ de Pd dans 100^{cm^3} d'eau sont

$$\alpha = 2,07, \qquad \beta = 0,158, \qquad \gamma = 1200.$$

La courbe II donne la variation de la vitesse d'hydrogénation sous 760, rapportée au même poids constant de Pd ($2^{mg},85$ quand la concentration varie). Dans la Note précédente nous avons vu que cette courbe était représentée par

$$A_2 = a\,\frac{1 - 10^{-bC}}{C},$$

où A_2 était l'activité en litres par heure, C en milligrammes par litre, $a = 138$ et $b = 0,00435$.

En abscisses on a porté les logarithmes de la concentration ou de la pression; en ordonnées les échelles ont été choisies pour A_1 et A_2 de telle façon que la variation totale soit la même.

Graphiquement et analytiquement ces courbes présentent des analogies très grandes.

On voit donc que non seulement l'activité du catalyseur dépend de sa concentration en hydrogène et en colloïde au moment du premier contact, mais qu'elle en dépend suivant des lois quasi identiques. Ceci nous confirme dans l'idée d'une combinaison Pd^nH^2 où Pd^n et H^2 jouent le même rôle.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de la vapeur d'iode sur la vapeur de phosphore. Produit de volatilité.* Note de M. **H. Pélabon**, présentée par M. G. Urbain.

Dans une étude récente sur la formation des fumées par l'union à l'état de gaz des acides et des bases, M. Tian a montré que ces combinaisons sont encore réversibles et par suite limitées [1]. En appliquant la loi de Guldberg et Waage et en tenant compte du fait que le composé formé est en général assez peu volatil, il arrive à considérer le produit de la concentration de la vapeur du sel par la constante K de l'équilibre comme une constante analogue au produit de solubilité d'un sel. Il appelle cette constante *produit de volatilité* et énonce la loi suivante : La précipitation d'un sel sous forme de fumée ne se produit que si, par le mélange de ses constituants gazeux, on atteint le produit de volatilité du sel.

Nous avons réalisé certaines expériences qui montrent, du moins qualitativement, que cette loi ne s'applique pas seulement à la neutralisation.

---

(1) Tian, *Journal de Chimie physique*, 26, 1929, p. 91.

La vapeur de phosphore, par exemple, réagit à la température ordinaire sur la vapeur d'iode pour donner un composé cristallisé en lamelles hexagonales fusibles à 61°, c'est l'iodure PI^3 rouge orangé. On a

$$P^4 + 6I^2 = 4PI^3,$$

et entre les concentrations

$$(P^4) \times (I^2)^6 = K(PI^3)^4 = A.$$

La concentration (PI^3) de la vapeur du solide formé peut être considérée comme constante et le produit de volatilité A également.

Il faut que les pressions des vapeurs des deux corps P^4 et I^2 soient telles que le produit du premier membre atteigne la valeur A pour que l'iodure de phosphore puisse se former. On explique alors aisément les résultats des expériences suivantes que nous avons réalisées.

Un tube de verre de 50^{cm} environ, et dans lequel on a fait le vide, contient à l'une des extrémités un morceau de phosphore blanc et à l'autre des cristaux d'iode, on le place dans une gaine qui ne laisse passer aucune lumière et on l'abandonne dans le laboratoire. Après plusieurs jours on observe la formation de cristaux de triiodure au voisinage du phosphore et de l'iode, il n'apparaît aucun cristal dans la région intermédiaire. Dans cette portion du tube, les pressions des vapeurs sont trop faibles et le produit de volatilité n'est pas atteint; au contraire, aux extrémités, l'une des pressions reste faible, mais l'autre est maximum.

Les résultats sont tout différents si le tube est formé de deux parties reliées par une portion capillaire de quelques centimètres de longueur. Le dépôt se produit cette fois dans la région capillaire et pas du tout aux extrémités. La partie capillaire oppose une telle résistance au passage des vapeurs que les deux compartiments qu'elle réunit se remplissent l'un de vapeur saturante de phosphore, l'autre de vapeur saturante d'iode et ces vapeurs peuvent être considérées comme pratiquement pures. Dans le capillaire, les pressions des deux vapeurs varient rapidement et en sens inverses, le produit de volatilité est atteint dans ce tube seulement.

Nous avons encore préparé un tube uniforme comme dans la première expérience et nous avons disposé au milieu un morceau de charbon de bois bien sec et bien purgé de gaz. Nous avons obtenu dans ces conditions un dépôt de triiodure uniquement du côté de l'iode, et le composé occupait seulement un espace bien délimité compris entre deux sections distantes de 4 ou 5^{mm}. Ce dépôt très net était à peu près au milieu de la distance séparant le charbon de bois des cristaux d'iode. On sait que le charbon adsorbe l'iode

qui ne peut acquérir du côté occupé par le phosphore une tension de vapeur suffisante pour former PI^3; de l'autre côté, la pression de la vapeur d'iode varie régulièrement depuis la tension de vapeur saturante à une valeur pratiquement nulle près du charbon; c'est à l'endroit où cette pression est juste suffisante pour donner avec celle du phosphore le produit de volatilité A que le triiodure se forme. Cette expérience montre encore que, contrairement à ce qui a lieu avec l'iode, la vapeur de phosphore est beaucoup moins adsorbée par le charbon.

Enfin nous avons repris la première expérience, mais en remplissant le tube de gaz hydrogène, le dépôt de triiodure cristallisé se produit indistinctement dans toutes les régions du tube. Ce résultat n'a rien d'étonnant, on sait en effet que l'iode se vaporise plus facilement dans les gaz que dans le vide, ce qui a fait dire que les gaz ont la faculté de dissoudre la vapeur d'iode.

Remarquons que toutes ces expériences ne réussiraient pas si la moindre trace d'eau se trouvait dans les tubes, le triiodure est en effet détruit par l'eau.

Je n'ai jamais constaté la formation directe du biiodure P^2I^4, même du côté du tube où est placé le phosphore.

MÉTALLURGIE. — *Sur l'altération des propriétés mécaniques des tôles de duralumin après corrosion par l'eau de mer.* Note de MM. **E. Herzog** et **G. Chaudron**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Après un temps relativement court d'attaque à l'eau de mer, les tôles de duralumin actuellement utilisées pour la construction des hydravions présentent des piqûres. Il était intéressant de savoir si ces corrosions localisées, modifiaient d'une façon importante les propriétés mécaniques du métal, quoique la perte de poids fût très faible.

Des éprouvettes de traction et des flans pour l'essai d'emboutissage étaient découpés dans des tôles de duralumin de diverses épaisseurs, puis débarrassés de leur pellicule de laminage au moyen de papier émeri n° 00. L'attaque était faite par de l'eau de mer aérée; au bout d'un mois, la perte du poids était d'environ 1 pour 100 pour une tôle de 2^{mm} d'épaisseur. On peut accélérer l'action de l'eau de mer en y ajoutant une faible quantité d'eau oxygénée ou en la saturant d'oxygène sous une pression de 25^{kg}, on obtient alors les mêmes résultats en 48 heures.

L'attaque par l'eau de mer des tôles de duralumin de 2mm d'épaisseur provoque, si la perte de poids ne dépasse pas 2 pour 100, une baisse notable de l'allongement, mais ne modifie pas sensiblement la charge de rupture. Dans le cas de l'essai d'emboutissage, l'attaque locale se trouve bien caractérisée par le rapport $\frac{\Delta F\,\%}{\Delta m\,\%}$ (diminution de la charge de rupture pour 100 sur la perte de poids pour 100) qui est toujours supérieur à 10 dans nos expériences. Au contraire, pour une attaque uniforme, avec la soude par exemple, ce rapport est très voisin de I.

Tableau I. — *Exemples de corrosions localisées et de corrosion uniforme.* (Tôle de duralumin de 2mm d'épaisseur. R = 41-42 kg/mm², A % = 18-19.)

Réactif d'attaque.	Essai de traction. Perte de poids %.	R par kg/mm².	A %.	Essai d'emboutissage. Perte de poids Δm %.	Diminution de la charge de rupture ΔF %.	Indice $\frac{\Delta F\,\%}{\Delta m\,\%}$.
Eau de mer	0,1	41,5	13,6	1	14	14
Eau de mer + H^2O^2 (0,3 %)	0,7	38,3	8,6	2	20	10
NaCl + O^2 sous 25atm	2,6	35	6	–	–	–
NaOH à 5 %	8,6	41,5	18,6	22	24,4	1,1

Si l'on fait les mêmes expériences sur des tôles de plus en plus minces, on observe une diminution très grande des allongements et aussi une diminution de la charge de rupture.

On peut reproduire ces résultats en faisant, sur la surface des tôles, des trous par un moyen mécanique. Si ces trous ne sont pas trop profonds, on constate uniquement une diminution de l'allongement; si, au contraire, ils traversent presque la tôle, on observe en outre une diminution de la charge de rupture.

Tableau II. — *Influence de l'épaisseur.* (Tôles de duralumin, R = 38-40 kg/mm², A % = 17-18.)

Épaisseur en mm.	Essai de traction. Perte de poids. en gr./m².	Perte de poids. en %.	R kg/mm².	A %.	Essai d'emboutissage. Perte de poids. en gr./m².	Perte de poids. en %.	Diminution de la charge de rupture ΔF %.	Indice $\frac{\Delta F\,\%}{\Delta m\,\%}$.
0,6	3 env.	–	10-20	0	3,5	2,5	80	32
1,0	»	–	20-22	0,3	3,8	2,2	40	18
2,0	»	2,5	30-32	5,6	3,6	0,7	13	18
3,0	»	–	38-40	9-10	3,2	0,4	10	25

Le polissage des surfaces altérées par voie chimique ou par des moyens mécaniques, permet de revenir aux qualités mécaniques initiales du métal.

TABLEAU III. — *Influence du polissage après altération de la surface.* (Tôles de duralumin de 2^{mm} d'épaisseur, R = 41-42 kg/mm², A % = 18-20).

Nature de l'altération.	Après altération.		Après polissage.	
	R (kg/mm²).	A %.	R (kg/mm²).	A %.
Mécanique..................	42	14	42	19
»	36	6	41	18
Corrosion par eau de mer....	36-38	10	41-40	18
» »	41	10-12	41-40	18-20

Certains auteurs [1] ont expliqué par une corrosion intercristalline, la fragilité des tôles minces de duralumin attaquées par l'eau de mer. L'examen micrographique montre que les piqûres sont réparties d'une façon quelconque à l'intérieur du contour des cristaux.

Nous nous proposons de chercher les causes de ces corrosions localisées et les moyens de les éviter.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Fixation de l'acétylène par le bromure de phénylmagnésium en présence de perchlorure de fer.* Note de MM. **André Job** et **Georges Champetier**, présentée par M. G. Urbain.

Dans une Note précédente, MM. Job et Reich [2] ont montré que les produits de la réaction de certains chlorures métalliques anhydres sur les organomagnésiens étaient capables de fixer divers gaz non saturés tels que l'oxyde de carbone, l'éthylène, l'acétylène, le bioxyde d'azote. La présente Note a pour objet l'étude de la fixation de l'acétylène par les produits de la réaction du perchlorure de fer anhydre sur le bromure de phénylmagnésium.

L'appareil utilisé est constitué par un ballon à trois tubulures muni d'un agitateur rotatif à joint de mercure, d'un tube d'arrivée de gaz, d'une burette graduée et d'un thermomètre. Le ballon est refroidi extérieurement par un mélange de glace et d'eau. L'acétylène pur est contenu dans un gazomètre gradué, relié à l'appareil par un système desséchant.

---

[1] *Technical Notes National Advisory Committee Aeronautics, Washington*, nos 282-285, 1928.

[2] A. Job et R. Reich, *Comptes rendus*, 177, 1923, p. 1439.

Dans une expérience, 25^{cm^3} d'une solution éthérée contenant $7^g,4$ de bromure de phénylmagnésium sont placés dans le ballon purgé d'air et renfermant 200^{cm^3} d'éther anhydre et 50^{cm^3} de benzène anhydre saturés d'acétylène. Le perchlorure de fer est alors introduit, en solution éthérée anhydre, à raison de 1^{cm^3} ($0^g,046$ $FeCl^3$) par 5 minutes. Dans ces conditions, une vive absorption d'acétylène se produit dès l'addition des premières gouttes de perchlorure de fer, et la température se maintient aux environs de 6° (température optima pour l'absorption). La fixation de l'acétylène se poursuit jusqu'à ce que le volume de la solution de perchlorure de fer introduite soit de 48^{cm^3}, c'est-à-dire corresponde à une molécule de perchlorure de fer pour trois molécules de magnésien. Le volume d'acétylène fixé est de 10.300^{cm^3} (0° sous 760^{mm} de mercure) et correspond à 34 molécules d'acétylène pour une molécule de perchlorure de fer. De nouvelles additions de perchlorure de fer ne déterminent aucune autre absorption de gaz.

La quantité d'acétylène absorbé varie d'ailleurs d'une expérience à l'autre suivant la dilution, la température, la durée d'introduction du perchlorure de fer et la vitesse d'agitation.

Le produit de la réaction est un magma brun, très épais, d'où il est possible de tirer par centrifugation une poudre brune s'altérant rapidement au contact de l'air. Cette poudre contient la totalité du fer employé dans la réaction; quant au magnésium, il se retrouve entièrement, à l'état d'éthérohalogénures, dans la solution éthérée.

Le produit de la réaction traité par l'acide sulfurique étendu, pour éliminer le fer, donne une poudre noire insoluble dans l'eau et les solvants organiques usuels, soluble en bleu dans l'acide sulfurique concentré. Cette poudre noire a un poids qui est toujours très sensiblement égal à la somme des poids d'acétylène et de radicaux phényls employés, elle est formée par un carbure d'hydrogène ou un mélange de carbures d'hydrogène non saturés de poids moléculaires élevés, elle fixe le brome abondamment en donnant toute une série de bromures mal définis, elle s'oxyde au contact de l'air en donnant en particulier de l'acide benzoïque.

Au point de vue du mécanisme de la réaction, il paraît probable que la fixation de l'acétylène s'effectue sur un organométallique du fer, produit intermédiaire instable, résultant de l'action du perchlorure de fer sur le magnésien. En effet, si l'on agite pendant une heure en atmosphère d'azote un mélange de trois molécules de bromure de phénylmagnésium et d'une molécule de perchlorure de fer en solution éthérée, il se forme du diphényle et du fer d'après la réaction

$$6C^6H^5MgBr + 2FeCl^3 = 3C^6H^5 - C^6H^5 + 2Fe + 6MgBrCl$$

et le mélange réactionnel ne fixe plus l'acétylène.

L'acétylène permet donc de saisir l'organométallique dont, en atmosphère d'azote, on ne voit que les produits de décomposition. Cet organométallique intermédiaire n'a d'ailleurs pas pu être décelé avec certitude, même à la température de — 40°, en opérant dans l'azote. Il semble néanmoins qu'il existe à cette température.

MÉTÉOROLOGIE. — *Contribution mathématique à l'analyse du champ de pression.* Note de M. G. **Dedebant**, présentée par M. Deslandres.

I. L'étude empirique des cartes d'isallobares a mis en évidence plusieurs classes de noyaux de variations : *simples*, *variables*, *fixes*.

Les propriétés des noyaux simples ont été bien étudiées et constituent le fondement de la méthode des variations. Elles se résument en deux règles classiques qu'on peut appeler : *règles du décalage* et *règle du rapport normal*.

Quant aux noyaux variables et aux noyaux fixes, ils se rattachent à une notion encore peu approfondie et très importante à introduire en météorologie : celle *d'évolution barométrique*.

II. L'étude mathématique des noyaux simples nous a montré :

1° Que la règle du décalage était exacte, dans les limites où l'on pouvait admettre la symétrie du barogramme par rapport à l'un de ses points d'inflexion;

2° Qu'en assimilant le barogramme à une cubique, autour d'un de ses points d'inflexion, on retrouvait la règle du rapport normal. Les valeurs théoriques calculées pour les rapports normaux sont très voisines de celles que donne l'hypothèse d'un barogramme sinusoïdal.

III. Supposant ensuite une évolution en profondeur de l'onde de pression, qui laisse intacts ses autres caractères (vitesse de propagation, longueur d'onde, période), nous avons fait l'étude théorique des noyaux variables, par une méthode de variation des constantes.

A la naissance d'une perturbation, les noyaux de différents intervalles n'offrent pas de décalage et leurs profondeurs sont dans le rapport des intervalles.

Puis les noyaux se séparent et, au bout d'une demi-période, leurs décalages deviennent pratiquement égaux à la demi-différence des intervalles. Ils présentent toutefois un léger déficit ou excès selon que la perturbation se renforce ou s'affaiblit. Pendant ce stade, le rapport normal existe, non pas

entre deux noyaux simultanés, mais entre ces noyaux examinés à deux époques différentes, distantes de leur décalage. Cette propriété généralise la règle du rapport normal.

A la mort de la perturbation (dernière demi-période), le décalage grandit jusqu'à la différence des intervalles, et la profondeur est proportionnelle à l'intervalle.

Les noyaux fixes sont des noyaux *d'évolution pure*. Ils présentent et conservent les propriétés limites des noyaux naissants.

Enfin, nous avons défini *l'évolution barométrique* par une fonction, et l'avons étudiée dans sa généralité.

L'évolution instantanée en un point peut se représenter par la formule

$$T\left(1-\frac{\Omega\sin\theta}{\omega}\right),$$

où T est la tendance; Ω la vitesse de déplacement des noyaux; ω celle des isobares et θ l'angle de l'isobare avec la direction de marche des noyaux.

La tendance est égale à l'évolution instantanée le long des lignes de faîte des dorsales et des lignes de creux des thalwegs, du champ de pression. Ces lignes *d'évolution pure* sont aussi les lieux des points où l'isobare est tangente à la direction de marche des noyaux.

Il existe des lignes d'évolution pure dans un intervalle donné, le long desquelles l'évolution est égale à la variation dans cet intervalle. Elles sont décalées d'un demi-intervalle sur les précédentes.

Les relations entre les lignes d'évolution pure et les fronts de discontinuité seraient importantes à étudier. Les fronts doubles de la théorie norvégienne, qui coïncident avec les thalwegs du champ de pression, sont en particulier des lignes d'évolution pure.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *Sur la formation des charges électriques dans les nuages.* Note de M. C. **Dauzère**, présentée par M. Paul Janet.

La plupart des éclairs transportent de l'électricité positive des nuages vers le sol; ils proviennent d'une partie de ces nuages qui est électrisée positivement. D'autre part, la grande majorité des pluies, orageuses ou non, porte des charges positives; il en est de même de la neige et de la

grêle. Ces faits ont été établis par G. C. Simpson (¹), qui les a expliqués par la théorie bien connue de la rupture des grosses gouttes de pluie; cette rupture se produit à la partie inférieure du nuage sous l'action du violent courant d'air ascendant qui y règne.

D'où viennent les grosses gouttes nécessaires à la théorie de Simpson? Nous croyons pouvoir répondre à cette question en développant la théorie de la grêle que nous avons donnée dans une Note antérieure (²).

Nous avons dit dans cette Note que les grêlons étaient formés à haute altitude par l'attraction qu'exercent les aiguilles de glace des cirrus — auxquels les rayons solaires ultraviolets ont donné une forte charge positive — sur les gouttelettes surfondues négatives du cumulo-nimbus. Ces grêlons possèdent une charge positive, qui se conserve dans leurs transformations ultérieures. Si les gouttelettes négatives sont relativement peu nombreuses, les grêlons grossissent peu et fondent avant d'arriver au sol. Ils donnent alors de grosses gouttes de pluie, électrisées positivement. Ce sont les gouttes positives ainsi formées qui subissent le mécanisme de Simpson à la partie inférieure du nuage. En définitive, la charge de cette partie du nuage résulte de deux actions concordantes dont une seule est suffisante : rupture des gouttes d'une part par la violence du courant d'air, transport de haut en bas de la charge positive des cirrus par les grêlons fondus d'autre part.

Mais il ne se produit pas toujours de la grêle, car il n'y a pas toujours des gouttelettes surfondues à haute altitude. Les gouttelettes sont alors remplacées par de petits cristaux, les uns neutres, les autres positifs ou négatifs. Certains de ces cristaux, qui arrivent au sommet du nuage où agissent les rayons solaires ultraviolets, prennent une forte charge positive qu'ils gardent en redescendant avec le courant d'air. Ils attirent grâce à cette charge un certain nombre de cristaux négatifs pour former de petits amas positifs; d'autres amas se forment lorsque l'altitude s'abaisse de manière à déterminer un commencement de fusion; celle-ci permet aux cristaux de se coller les uns aux autres pour donner des flocons de neige comme ceux qu'on voit en plaine pendant l'hiver.

A une altitude plus basse, la fusion est complète, et chaque flocon fournit

(¹) G. C. Simpson, *Phil. Trans.*, A, 209, 1909, p. 379; *Phil. Mag.*, 30, 1915, p. 1; *Roy. Soc. Proc.*, A, 111, 1926, p. 56, et 114, 1927, p. 376.

(²) *Comptes rendus*, 187, 1928, p. 835; *La Météorologie*, nos 49 à 51, avril-juin 1929, p. 145; *Bulletin de la Société française des Électriciens*, 9, xciv, juin 1929, p. 575.

une seule goutte de pluie, d'autant plus grosse que le flocon primitif était lui-même plus gros. La majorité des flocons et des gouttes de pluie qui en résulte possède ainsi une charge positive, et tout se passe comme précédemment à la base du cumulo-nimbus.

Ceci peut être généralisé. M. Guilbert [1] a montré en 1921 que si on laisse de côté les bruines provenant des nuages inférieurs « toute pluie qui tombe en plaine est de la neige fondue ». Ce fait nous paraît aujourd'hui hors de doute, après plusieurs années de séjour et d'observations dans une région montagneuse. S'il en est ainsi, le mécanisme que nous venons de décrire agit dans tous les nuages, qu'ils soient orageux on non. Dans ce dernier cas, la vitesse du mouvement ascendant est simplement moins considérable; il en résulte une altitude moins élevée pour le sommet du nuage, une action moins intense des rayons ultraviolets, une moindre accumulation des charges positives à la base du nuage; le champ électrique est bien diminué, les éclairs et tonnerre disparaissent; mais les flocons de neige et les gouttes de pluie provenant de leur fusion restent toujours électrisés positivement, en grande majorité.

Nous n'avons rien à ajouter à ce que dit Simpson pour expliquer la formation des nuages négatifs et des pluies négatives.

Ce qui précède montre comment se forment les grosses gouttes de pluie [2] et comment elles prennent une charge positive, dans un nuage produit par un mouvement ascendant de l'air. Le mécanisme que nous avons décrit n'est pas en opposition avec celui de Simpson; il est probable qu'ils agissent tous les deux simultanément pour produire les charges électriques des nuages et celles des précipitations atmosphériques.

ALGOLOGIE. — *Sur l'hétérogamie d'une Cladophoracée*, Lola (*nov. gen.*) lubrica (*Setch. et Gardn.*). Note de MM. **A.** et **G. Hamel**, présentée par M. L. Mangin.

L'Algue étudiée a été récoltée, à la fin de septembre, au fond de l'anse de Saint-Suliac, à 10^{km} de Saint Servan, dans les flaques vaseuses, peu profondes, au milieu des Phanérogames halophiles. Une flaque voisine conte-

(1) *Comptes rendus*, 173, 1921, p. 999.

(2) Au sujet des difficultés qu'a présentées jusqu'à ce jour l'explication de la formation de ces gouttes, voir Humphreys, *Physics of the air*, p. 266.

nait de nombreux filaments de *Chætomorpha Linum* Kutz. et d'autres de *Rhizoclonium riparium* Harv. *f. implexa* Rosenv.; elle a été recueillie sur la plage vaseuse de Saint-Suliac, où elle formait de larges tapis à mi-marée.

Cette Algue, que nous rapportons au *Rhizoclonium lubricum* Setchell et Gardn., forme un enchevêtrement de longs filaments d'un beau vert ou dans les flaques ensoleillées, d'un vert jaunâtre, à articles larges de 35 à 45$^{\mu}$, généralement de 40$^{\mu}$. Les filaments sont remarquables par leur état muqueux et ils forment souvent des touffes flottantes semblables à celles des Spirogyres. Les articles sont de $1\frac{1}{2}$ à 5 fois plus longs que larges et contiennent un chromatophore pariétal en plaque perforée avec de nombreux pyrénoïdes de 8 à 15 noyaux pariétaux de petite taille; dans les échantillons maladifs, le chromatophore se présente sous la forme d'un réseau épaissi aux endroits où s'enchassent les pyrénoïdes.

Certains filaments montraient un contenu granuleux, et, près des cloisons de petites protubérances à l'extrémité desquelles se formait un pore. Les cellules mobiles se présentaient sous deux aspects nettement différents. Les unes, vertes, longues de 8$^{\mu}$ et larges de 4$^{\mu}$ environ, possédaient deux cils à l'extrémité antérieure hyaline et un point rouge; la moitié postérieure élargie était occupée par un chromatophore vert granuleux. Les autres, de petite taille, ovales, longues de 2-3$^{\mu}$, étaient incolores et possédaient deux cils et un point rouge près de l'extrémité antérieure. Les petites cellules ou gamètes mâles se groupaient autour des grosses cellules vertes ou gamètes femelles; les deux gamètes valsaient parfois, réunis par leurs cils, puis s'accolaient latéralement. Après la copulation, le zygote s'arrondissait et montrait deux points rouges.

Nous n'avons pas assisté à la sortie des gamètes mâles, alors que certains filaments étaient vert foncé et donnaient des macrogamètes, d'autres étaient blanchâtres et devaient probablement émettre les microgamètes.

Cette espèce n'appartient ni au genre *Rhizoclonium*, ni au genre *Chætomorpha*. Les *Rhizoclonium* marins (*Rh. riparium* Harv. et *Rh. Kochianum* Kuetz.) sont caractérisés par le nombre, la taille et la position des noyaux; leurs articles contiennent en effet 2 à 4 noyaux suivant la longueur de l'article, exceptionnellement un seul dans les articles courts, aussi longs que larges, ou 4-8 noyaux géminés quand, par division simultanée, les 2-4 noyaux habituels viennent de se diviser; les noyaux non géminés sont d'assez grande taille et se trouvent toujours dans l'axe de la cellule. Au contraire, dans le nouveau genre *Lola*, les noyaux sont plus nombreux (5-14 par cellule) et ils sont pariétaux. Le genre *Chætomorpha* possède également

des noyaux pariétaux de petite taille en nombre plus ou moins grand suivant les dimensions des articles, mais, suivant les observations de Rosenvinge et de Hartmann, la reproduction sexuée se fait par copulation d'isogamètes. Nous croyons nécessaire la création d'un genre nouveau, *Lola*, qui, malgré les apparences, s'éloignerait des *Chætomorpha* et des *Rhizoclonium* et serait à rapprocher du genre *Urospora* Aresch., où Wille a décrit une reproduction hétérogamique semblable à celle que nous avons observée.

BOTANIQUE. — *Sur deux genres nouveaux de Bignoniacées du Tonkin.* Note de M. **Paul Dop**, présentée par M. H. Lecomte.

Le Service de Botanique du Muséum a reçu, dans ces derniers temps, d'une même localité du Tonkin et de deux agents différents du Service Forestier, des échantillons de deux Bignoniacées présentées sous le même nom vernaculaire de Dinh Thoi. Ces plantes m'ayant été confiées pour l'étude, j'ai reconnu deux genres nouveaux, bien distincts malgré la similitude complète des noms vulgaires.

1° *Spathodeopsis* P. Dop. — Cette Bignoniacée récoltée par M. Collignon, inspecteur des forêts, est un arbre entièrement glabre, à feuilles composées — imparipennées, dont les caractères tirés de la fleur et du fruit m'ont paru légitimer la création du genre nouveau *Spathodeopsis*. La fleur, longue de 6-7^{cm}, comprend un calice coriace en forme de spathe, muni de trois dents triangulaires dans sa région postérieure et fendu en avant presque jusqu'à sa base. L'ouverture du calice spathacé sur la face antérieure est un caractère qui ne se trouve pas dans les Bignoniacées asiatiques, mais bien dans le genre africain *Newbouldia* Seem. Dans le bouton floral, le calice est entièrement clos et constitue un calice aquifère. La corolle est en forme d'entonnoir à cinq lobes arrondis, tandis que dans le genre africain très voisin, *Spathodea* Beauv., la corolle est campanulée.

Les étamines sont du type normal des Bignoniacées. L'ovaire et le fruit qui en dérive sont des organes centraux qui fournissent, comme je l'ai montré dans un travail antérieur [1], les meilleurs caractères à utiliser dans la classification de cette famille. Par son ovaire à cloison simple, dépourvue de fausse cloison perpendiculaire et possédant sur chaque placenta 4-5 séries

[1] P. Dop, *Contribution à l'étude des Bignoniacées* (*Bull. Soc. Bot. France*, 72, 1925, p. 887).

d'ovules, le genre *Spathodeopsis* se rapproche beaucoup des *Spathodea* africains. La capsule loculicide fortement ligneuse, longue de 35^{cm}, à cloison mince, présente extérieurement, sur chaque valve, trois crêtes longitudinales onduleuses très caractéristiques. Je n'ai malheureusement pu examiner les graines dont le développement a été arrêté par des moisissures qui, grâce à des perforations dues à des insectes, avaient envahi les cavités carpellaires.

Par les caractères que je viens de décrire, le nouveau genre *Spathodeopsis* (*S. Rossignolii*) se rapproche des genres africains *Newbouldia* et *Spathodea* dont il paraît être l'équivalent asiatique. On sait d'ailleurs qu'entre les Bignoniacées asiatiques et africaines, il existe des relations étroites; c'est ainsi que le genre *Markhamia* est commun aux deux régions.

2° *Hexaneurocarpon*. — Ce deuxième Dinh thoi, envoyé antérieurement de Hoa Binh par M. l'Inspecteur des forêts Brillet, est un arbre pubérulent dans ses parties jeunes et à la face inférieure des feuilles qui sont composées imparipennées. Je n'ai pas vu les fleurs de cette espèce, mais le fruit m'a paru suffisamment caractéristique et différent de tous les autres fruits de Bignoniacées pour légitimer, tout au moins provisoirement, la création du nouveau genre *Hexaneurocarpon*. Ce fruit est une capsule loculicide jaune clair tachée de sombre, longue de 40^{cm} et large de 4^{cm}, aiguë aux deux extrémités, à section presque quadrangulaire. Les valves très épaisses, spongieuses et un peu ligneuses sont munies chacune de 3 côtes rectilignes longitudinales, une dorsale, deux latérales, hautes de 5 à 7^{mm}. La cavité cylindrique de la capsule est subdivisée en deux par une cloison large, mince et simplement épaissie sur les bords placentaires. Il n'existe aucune trace de fausse cloison. Les graines, disposées en deux séries dans chaque loge, sont munies d'une aile membraneuse hyaline longue de 65^{mm}, large de 20^{mm}. L'embryon est formé de deux cotylédons très larges arrondis et d'une radicule courte et épaisse. Il est incontestable que par la forme de la cloison placentaire le genre *Hexaneurocarpon* (*H. Brilletii*) se rapproche du genre *Haplophragma* P. Dop; la forme du fruit et des graines l'en éloigne suffisamment pour lui conférer la valeur d'un genre nouveau quoique l'organisation des fleurs soit encore inconnue.

BOTANIQUE. — *Évolution du chondriome dans les graines de* Phaseolus multiflorus. Note de M. **N. Wagner**, présentée par M. Molliard.

Le but du présent travail est d'étudier l'évolution du chondriome au cours de la maturation et de la germination de la graine. Dans les cellules des graines sèches, pendant leur gonflement et au cours des premières phases de la germination, les chondriosomes n'ont pas encore été l'objet de recherches. Leur évolution dans l'axe hypocotylé et dans les cotylédons de l'embryon, pendant la maturation des graines et aux phases avancées de la germination, a été brièvement décrite par A. Guilliermond pour le Haricot, le Pois, le Ricin et la Courge ([1]). Cette description (surtout pour le Ricin et la Courge) n'englobe pas tous les stades de l'évolution et ne concerne, surtout, que la formation de plastes et de l'amidon. Il n'y a pas d'autres travaux sur ce sujet.

Ce sont les racines des embryons de graines du *Phaseolus multiflorus* fixées par le mélange de Lewitsky ([2]) qui nous ont servi d'objet de recherches. Dans les graines de *Phaseolus* qui ont atteint leur grandeur normale, mais qui ne commencent pas encore à se dessécher, le chondriome des cellules de l'embryon se présente sous les formes ordinaires de chondriocontes et mitochondries. La constitution du chondriome est différente suivant les tissus. Dans les cellules de la partie moyenne du plérome et de la zone extérieure du périblème, le chondriome est représenté, principalement, par les mitochondries. Dans les cellules allongées de la partie extérieure du plérome prédominent, au contraire, les formes longues des chondriocontes. Dans les cellules de la zone intérieure du périblème, là où le chondriome est particulièrement abondant, il est représenté, en proportions égales, par des chondriocontes (plus courts que dans les cellules allongées du plérome) et par des mitochondries. Ces types de chondriome ne sont pas séparés nettement les uns des autres et il existe des types intermédiaires dans les zones limitrophes des différents tissus. A ces stades, les chondriosomes ne contiennent pas habituellement de grains d'amidon. La figure 1 représente une

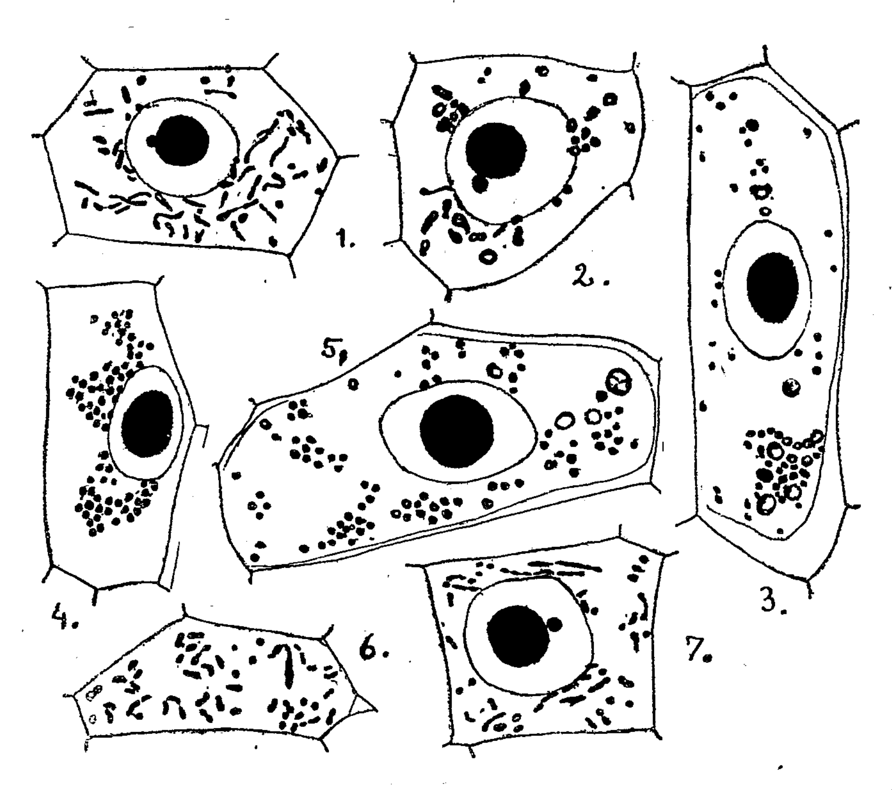
---

([1]) A. Guilliermond, *Sur la formation de l'amidon dans l'embryon avant la maturation de la graine* (*C. R. Soc. Biol.*, 76, 1914, p. 567).

([2]) Formol à 10 pour 100 (9^{vol}), acide chromique à 1 pour 100 (1^{vol}), 2, 5 jours; puis acide chromique à 1 pour 100 (5^{vol}), acide osmique à 1 pour 100 (2^{vol}), eau (13^{vol}), 5 jours.

cellule de la zone intérieure du périblème dans la racine de l'embryon, au stade décrit.

Au cours de l'évolution ultérieure des graines, les chondriosomes commencent à produire activement de l'amidon. Dans les cellules à chondriocontes nombreux, ce sont ces derniers qui forment la majeure partie de l'amidon. Dans ce cas, les chondriocontes se fragmentent en de petits



plastes. D'autres, qui n'ont pas formé de l'amidon, se fragmentent en mitochondries. Pour cette raison, le nombre des mitochondries augmente (voir figure 2). C'est à peu près à ce stade que commence la dessiccation des graines. Lors de cette déshydratation, tous les chondriocontes se fragmentent définitivement en mitochondries ou en plastes, de façon que le chondriome des cellules ne soit composé que de mitochondries. Ces dernières se groupent alors (dans les cellules allongées du plérome et dans la zone intérieure du périblème) en plusieurs endroits des cellules. La figure 3 représente une cellule de la zone intérieure du périblème au stade indiqué.

La même forme et la même répartition du chondriome persistent aussi

dans les graines sèches, avec cette différence seulement que les accumulations des mitochondries deviennent encore plus compactes.

On peut constater l'existence de ces accumulations au cours de la germination des graines, même après un séjour de 6 à 10 heures en milieu humide. Ensuite, à mesure que les graines se gonflent, les mitochondries se séparent peu à peu et se répartissent uniformément dans tout le protoplasme. En même temps, une partie d'entre elles commence à se transformer en chondriocontes. Après deux jours de germination, le chondriome dans les cellules de la racine de l'embryon chez *Phaseolus* prend de nouveau son aspect normal. Les figures 4, 5, 6 et 7 représentent les modifications graduelles du chondriome dans les cellules de la zone intérieure du périblème au bout de 1, 5, 16, 5, 30 et 67 heures à partir du début de la germination.

Le présent travail conduit aux conclusions suivantes : 1° le chondriome existe constamment dans les cellules de l'embryon chez *Phaseolus* à tous les stades de l'évolution de la graine et aussi dans la graine sèche; 2° il y a un rapport entre la forme affectée par le chondriome et la teneur en eau de la graine.

ZOOLOGIE. — *Observations sur les* Psammechinus miliaris *Klein* (*Échinides*) *de la baie de Seine*. Note de M. **Jean Mercier**.

Au cours d'études sur les Échinodermes fossiles, et plus particulièrement sur les Échinides, j'ai été amené à examiner les variations d'une espèce actuelle pour discuter la valeur de caractères considérés comme spécifiques. Mes recherches ont porté sur une espèce très commune dans la Baie de Seine : le *Psammechinus miliaris* Klein.

Les individus étudiés, au nombre de 596, ont été dragués sur la plateforme rocheuse de calcaires bradfordiens du littoral du Calvados. Ils proviennent de trois stations : la première au large de Ver-sur-Mer, la seconde sur les Essarts de Langrune, et la troisième située à environ 5 milles au large de Luc-sur-Mer. Les dragages ont été effectués à l'époque de la maturité sexuelle de *Ps. miliaris*, c'est-à-dire en juillet-août 1929. Les oursins de la station III sont cependant de très jeunes individus, non sexuellement mûrs, qui mesurent au maximum 10^{mm} de diamètre et 5^{mm} de hauteur.

Tout d'abord on constate une différence notable, portant uniquement sur la taille, entre les *Psammechinus* de Ver-sur-Mer et sur ceux des Essarts

de Langrune. Ceux de Ver sont en moyenne un tiers plus petits que ceux des Essarts. Par contre les variations de la forme générale du test chez les oursins de ces deux stations donnent des polygones de fréquence semblables dont le mode est $\frac{1}{2}$ (rapport de la hauteur au diamètre). On doit remarquer qu'à partir de ce mode, il y a une forte proportion d'individus surélevés et très peu d'individus surbaissés. Étant donnée l'homogénéité de ces derniers caractères morphologiques, la différence de taille entre les individus des deux stations ne peut s'expliquer, à mon avis, que par l'existence de conditions biologiques défavorables au parfait développement des *Ps. miliaris* à Ver-sur-Mer. Les stations de Ver et des Essarts de Langrune sont séparées par le courant d'estuaire de la Seulles, prolongé dans la fosse de Courseulles. Les eaux de ce courant d'estuaire, entraînées par les courants marins de reflux vers l'Ouest, décantent, au large de Ver-sur-Mer, les alluvions et les substances organiques qu'elles contiennent en suspension. Ces conditions, et peut-être aussi la légère dessalure de l'eau, nuisent sans doute au parfait développement des *Ps. miliaris*.

On doit encore signaler que tous les représentants de cette espèce, dragués sur les côtes du Calvados, sont d'une taille nettement inférieure à celle des *Ps. miliaris* recueillis dans la Manche occidentale et dans l'Atlantique. Là encore interviennent probablement des conditions biologiques qui ne sont pas propices au bon développement de l'espèce dans la baie de Seine.

L'étude des oursins provenant de la station de Luc-sur-Mer donne un polygone de variation monomodal $\left(\text{mode } \frac{1}{2}\right)$. On a vu que pour les deux premières stations, ce mode était également $\frac{1}{2}$. Il en résulte que la forme type des *Ps. miliaris* des côtes du Calvados est celle dont la hauteur est comprise deux fois dans le diamètre. On arrive ainsi à une conclusion contraire à celle de A. Bonnet [1] qui, en se basant sur des mesures prises sur le *Paracentrotus lividus*, a proposé une loi de croissance des Échinides, établissant que le jeune oursin croît d'abord en diamètre pour grandir ensuite surtout en hauteur. Mes mesures, au contraire, montrent que pour un même diamètre, on a des formes surélevées, normales $\left(\frac{1}{2}\right)$ et surbaissées.

[1] A. Bonnet, *Documents pour servir à l'étude de la variation chez les Échinides* (*Bull. Inst. Océanographique*, n° 462, 10 septembre 1925; Monaco).

L'étude de l'appareil apical des individus de ces trois séries m'a conduit aux conclusions suivantes :

1° On a attribué un grand rôle à la position et à la forme des pores génitaux dans la discrimination des espèces. Ces caractères sont très variables chez le *Ps. miliaris*. On peut suivre en effet tous les stades depuis les pores internes jusqu'aux pores marginaux et l'on arrive à des cas d'émigration des pores génitaux dans les aires interambulacraires.

2° Il existe, entre les différentes plaques apicales, soit génitales, soit ocellaires, des cas de fusion et de pseudofusion. Ces derniers se rencontrent exclusivement au voisinage de la madréporique et résultent de l'allongement tangentiel des hydrotrèmes recouvrant les lignes de suture des plaques.

3° Les vides produits dans le cercle apical, par suite de la fusion ou de l'étroitesse des éléments constituant cet appareil, sont comblés, soit par l'intercalation dans le cercle d'une plaque ocellaire, soit par l'allongement latéral d'une génitale.

En résumé, l'étude des variations morphologiques du *Psammechinus miliaris* des côtes du Calvados permet d'établir quels sont, chez ces Échinides, les bons caractères spécifiques. Ils résident dans la disposition constante en arcs de trois paires de pores ambulacraires et dans l'arrangement des tubercules. Ces conclusions permettent d'orienter, pour une espèce donnée, la recherche des caractères qui, par leur fréquence, sont susceptibles d'être utilisés avec certitude pour l'identification d'une espèce.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la transformation de l'acide pyruvique en acide lactique dans le foie.* Note [1] de Mme **Y. Khouvine**, MM. **E. Aubel** et **L. Chevillard**, présentée par M. M. Molliard.

Il y a longtemps (Embden, Neuberg, Baer et Blum, etc.) que l'on a montré que la réaction est possible. Mais le mécanisme n'a pas été, à notre connaissance, élucidé. Ceci nous a incités à reprendre l'étude de phénomène.

Si l'on abandonne au thermostat à 39°, pendant 4 heures, en anaérobiose, un mélange de foie haché et de pyruvate de soude en suspension dans du liquide de Ringer, on constate, comparativement aux témoins, une augmentation d'acide lactique et de CO^2. Le rapport du poids de l'acide lactique à

(1) Séance du 2 décembre 1929.

celui de CO^2 en surplus, pour une même quantité de pyruvate employé, croît avec la quantité de foie mise en expérience jusqu'à certaine limite, à partir de laquelle il demeure constant et voisin de 4 :

Poids du foie.	Foie / pyruvate.	acide lactique en surplus / CO^2 en surplus.
50g	50/1	2,5
50	50/1	2,6
50	50/1	2,8
75	75/1	3,8
75	75/1	3,3
75	75/1	3,8
100	100/1	3,9
100	100/1	3,8
150	150/1	3,9

Quelle conclusion peut-on tirer de ces résultats ? L'augmentation d'acide lactique est due à une fixation de H^2 ; et cette fixation de H^2 est en relation avec l'augmentation du CO^2. Il est permis de penser que H^2 et CO^2 proviennent du glucose :

$$C^6H^{12}O^6 + 6H^2O \rightarrow 6CO^2 + 12H^2.$$

Si les choses se passent ainsi, la réaction globale s'écrit :

$$CH^3CO.COOH + H^2 \rightarrow CH^3CHOH\,COOH$$

$$1/12\,C^6H^{12}O^6 + 1/2\,H^2O \rightarrow 1/2\,CO^2 + H^2$$

et le rapport $\frac{\text{acide lactique}}{CO^2}$ doit être égal à $\frac{90}{22} = 4{,}09$.

Or c'est précisément le nombre vers lequel tendent, sans pouvoir le dépasser, les rapports expérimentaux [1]. Les nombres les plus bas trouvent leur explication dans la non-utilisation par l'acide pyruvique d'une partie de l'hydrogène libéré par la déhydrase du foie aux dépens du glucose.

La réaction proposée n'est pas la seule qui, dans nos conditions expérimentales, se produise : 50 pour 100 environ de l'acide pyruvique disparu sont justiciables de la réaction, une faible partie est transformée en acétal-

---

[1] Nous ferons remarquer : *a*. que les poids d'acide lactique sont systématiquement, du fait des manipulations, trop faibles d'environ 5 pour 100 ; *b*. que la vérification de la réaction par la disparition du glucose est impossible. Il faudrait pouvoir apprécier, dans les conditions expérimentales, des différences de l'ordre de $\frac{1}{100}$.

déhyde, et nous ignorons le destin du reste, mais nous pouvons affirmer qu'il n'est pas transformé en glucose. En effet nous avons opéré en anaérobiose, exactement à $rH_2 = 7 \pm 0,5$. Dans ces conditions le stade acide lactique ne peut pas être dépassé : si l'on met 50^g de foie en présence de 0^g,885 d'acide lactique à l'état de lactate de Na, aucun extra CO^2 n'est constaté, et l'on retrouve sensiblement tout le lactate. Ceci est conforme à ce que Myerhof et Hill nous ont appris, à savoir que la remontée de l'acide lactique au glycogène dans le muscle est impossible en milieu anaérobie. Or, un foie physiologique est un foie anaéorobie. Son $rH_2 = 7$ chez l'animal vivant (Aubel et Wurmser). Dans ces conditions, la conclusion qui semble devoir être tirée est que, normalement en ce qui concerne les corps en C^3, le foie n'est pas un gluco-formateur. Il ne peut que préparer l'acide lactique, qui, drainé, sera synthétisé en glycogène par le muscle, dont le $rH_2 = 14$ à 20 (Aubel et Wurmser).

La séance est levée à 16^h.

E. P.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Publications périodiques reçues pendant l'année 1928 (*suite*).

Indes anglaises.

Calcutta. — Geological Survey of India : *Memoirs*, M 620; *Records*, R 193.
— Government Observatories : *Magnetical Meteorological and Seismographic Observations*, M 60.
— Indian Museum : *Memoirs*, M 625; *Records*, R 196.
Ceylon. — *Ceylon Journal of Science*, C 198[1].
Colombo. — *Meteorological Observations*.
Hyderabad. — Nizamiah Observatory of Osmania University : *Publications*
Madras. — Indian Mathematical Society : *Journal*, J 818.
— Kodaikanal Observatory : *Bulletin*, K 49.
— Maharajah's College : *Journal of the Science Association*, J 848[1].
Patna. — Patna Museum : *Annual Report of the Managing Committee.*

Indochine.

Hanoï. — Service géologique de l'Indochine : *Bulletin*, B 2032; *Catalogue des Publications Mémoires*, M 577.
— *Bulletin économique de l'Indochine*, B 2153.
Phu Liên. — Observatoire central de l'Indochine : *Bulletin pluviométrique*, O 85.
— Service météorologique de l'Indochine : *Bulletin mensuel des Observations*, B 2283.
Saigon. — Service océanographique des pêches de l'Indochine : *Travaux.*
— *Bulletin administratif de la Cochinchine*, B 779 *bis*[1].

Japon.

Kyoto. — College of Science and Engineering : *Memoirs*, M 615.
— Université : *Acta scholæ medicinalis*, A 134.
Fukuoka. — Kyushu Imperial University : *Memoirs of the College of Engineering.*
Port Arthur. — Ryojun College of Engineering : *Memoirs*, M 641[1].
Sapporo. — Hokkaido Imperial University : *Memoirs of the Faculty of engineering*, M 616[2].
Sendai. — Anatomischer Institut der Kais. Japanischen Universität : *Arbeiten*, A 1949.

SENDAI. — General Department of Scientific Research of Saito-Ho-On-Kai : *Annual reportof the work*, A 1814[1] ; *Monographs.*
— Tôhoku Imperial University : *Science reports*, S 215 *bis ; Technology reports*, T 59.
— *Mitteilungen über allgemeine Pathologie und pathologische Anatomie*, 1065[1].
— *Tôhoku Journal of Experimental Medecine*, T 179.
— *Tôhoku Mathematical Journal*, T 180.

TOKYO. — Aeronautical Research Institute : *Report.*
— Chemical Society of Japan : *Bulletin*, B 2355[1].
— Faculty of Science : *Journal*, M 642.
— Imperial Academy : *Proceedings*, P 554[1].
— Imperial Earthquake Investigations Committee : *Bulletin*, B 2376.
— Imperial Fisheries Institute : *Journal*, J 816 *bis.*
— Imperial University : *Bulletin of the Earthquake Research Institute*, B 2360[1].
— Institute of Electrical Engineers of Japan : *Selected papers from the Journal.*
— Institute of Physical and Chemical Research : *Abstract; Bulletin; Scientific papers*, S 229.
— Natural Research Council of Japan : *Publications.*
— Physico-mathematical Society of Japan : *Proceedings*, T 184.
— *Abstracts of Japanese Journal of medical science.*
— *Acta phytochimica*, A 131.
— *Astronomical Bulletin.*
— *Japanese Journal of Astronomy and Geophysics*, J 245.
— *Japanese Journal of Botany*, J 245 *bis.*
— *Japanese Journal of Engineering*, J 245 *ter*[1].
— *Japanese Journal of physics*, J 245 *quinter.*
— *Nagoya Journal of Medical Science*, N 8[1].
— *Report on Sanocrysin (Mollgaard) investigation.*

Syrie.

BEYROUTH. — *Alevy (el)*, E 151 *bis*[1].
KSARA. — Observatoire : *Annales*, A 885[1].

AFRIQUE.

Algérie.

ALGER. — Institut Pasteur d'Algérie : *Archives*, A 2116[1].

Égypte.

CAIRO. — Ministry of Agriculture. Technical and Scientific Service : *Bulletin.*

Madagascar.

TANANARIVE. — Académie malgache : *Bulletin*, B 2510; *Mémoires*, M 450[1].
— *Bulletin économique de Madagascar et dépendances*, B 2154.

Maroc.

RABAT. — Société des sciences naturelles du Maroc : *Bulletin*, B 1576[1]; *Mémoires*, M 525.

Maurice (Ile).

PORT-LOUIS. — Royal Alfred Observatory : *Miscellanous Publications*, M 951.
— *Results of magnetical meteorological and seismological observations.*

Tunisie.

TUNIS. — Institut Pasteur de Tunis : *Archives*, A 2117.
— *Taieb ben Aïssa.*

Union of South Africa.

BLÖEMFONTAIN. — National Museum : *Argeologiese navorsing.*
CAPETOWN. — Observatory : *Annals*, A 1194; *Catalogue of rectangular Co-ordinates and Diameters of Star-Images; Report of His Majesty's Astronomer at the Cape of Good Hope to the Secretary of the Amiralty*, R 424.
WINDHOEK. — Wissenchafthichen Vereinigung in Südwestafrika : *Veröffentlichungen*

AMÉRIQUE.

Argentine.

BUENOS AIRES. — Associacion argentina de electrotecnicos : *Boletin*, B 437[2].
— Centro estudiantes agronomia y veterinaria : *Revista*, R 798.
— Facultad agronomia y veterinaria : *Revista*, R 752.
— Instituto bacteriologico del Departamento nacional de higiene : *Revista*, R 807.
— Ministerio de agricultura : *Almanaque*, A 553[1]; *Memoria*, M 922.
— Ministerio de agricultura. Direccion de meteorologia : *Publicacion.*
— Ministerio de agricultura. Direccion general de minas : *Boletin*, B 511; *Publicacion.*
— Ministerio de agricultura. Seccion de propaganda y informes : *Boletin*; *Publicacion.*
— Museo nacional de historia natural : *Anales*, A 725; *Memoria anual.*

Buenos Aires. — Seminario matematico argentino : *Boletin.*
— Sociedad cientifica argentina : *Anales*, A 687.
— *Boletin matematico*, B 534^1.
— *Boletin mensual de estadistica agro pecuaria*, B 536 *bis.*
— *Estadistica agro pecuaria*, E 396^1.
— *Physis*, P 324.
— *Revista argentina de neurologia psiquiatria y medicina legal.*
— *Revista zootecnica*, R 934.
La Plata. — Facultad de medicina veterinaria : *Revista.*
— Universidad : *Anuario*, A 1899^1; *Contribucion al estudio ciencias fisicas y matematicas*, U 108.
— Observatorio astronomico de la Universidad nacional : *Publicaciones*, P 800 *bis.*
— Oficina quimica de la Provincia : *Anales*, A 684^1.

Brésil.

Rio-de-Janeiro. — Instituto brasileiro de sciencias : *Boletim*, B 406^2.
— Instituto Oswaldo Cruz : *Memorias*, M 701.
— Instituto vital Brazil : *Boletim*, B 406^1.
— Observatorio nacional : *Annuario*, A 1868; *Boletim magnetico*, B 410 *bis*^{1}.
Sao Paulo. — Museu Paulista : *Annaes*, A 757^2; *Revista*, R 823.
— Serviço sanitario : *Divulgacaos de hygiene.*
— *Annuario demographico*, A 1861^1.
— *Boletim hebdomadario de estatistica demographo-sanitaria*, B 410.
— *Boletim mensal de estatistica demographo-sanitaria*, B 412.
— *Revista polytechnica.*

Canada.

Halifax. — Nova Scotian Institute of Sciences : *Proceedings and Transactions*, P 493.
Ottawa. — Biologic Board of Canada : *Bulletin*, B 2346^2.
— Canadian Patent Office : *Record and register of copyright and trade marks*, C 66.
— Department of Mines : *Memoirs*, C 55; *Museum Bulletin; Reports*, C 55.
— Dominion Observatory : *Publications*, D 137.
— Geodetic Survey of the Canada : *Annual Report of the Director*, A 1796.
— *Tide Tables for the Eastern Coats of Canada*, T 135 *bis.*
— *Tide Tables for the Pacific Coast of Canada.*
Toronto. — Biological Stations of Canada : *Contributions to Canadian biology and fisheries*, C 1001.
— Royal Astronomical Society of Canada : *Journal*, T 281.
— Royal Canadian Institute : *Transactions*, C 63.
Victoria. — Dominion Astrophysical Observatory : *Publications*, P 856.

(*A suivre.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE PUBLIQUE ANNUELLE DU LUNDI 16 DÉCEMBRE 1929.

PRÉSIDENCE DE M. LOUIS MANGIN.

En ouvrant la séance, M. **Louis Mangin** prononce l'allocution suivante :

Messieurs,

La tâche de votre président est particulièrement lourde cette année. Un trop grand nombre de deuils ont assombri nos séances et creusé parmi nous de cruels vides.

Fernand Widal, clinicien réputé, observateur remarquable, s'est attaché à dépister les maladies dans leur période de latence qui laisse trop souvent le médecin impuissant. Ses recherches sur le sérodiagnostic et le cytodiagnostic ont fourni des réactifs simples pour la connaissance de certaines maladies dont le diagnostic était incertain.

Son analyse pénétrante du mal de Bright lui a permis de distinguer la rétention des chlorures et celle des produits azotés et de formuler des remèdes aussi simples qu'efficaces.

Joseph Boussinesq, découvert par M. de Saint-Venant au Lycée de Gap, est devenu l'un des plus grands mathématiciens de son temps. Sa remarquable théorie de la dispersion de la lumière annonçait déjà un physicien de valeur, et ses travaux sur l'hydraulique et l'hydrodynamique portent l'empreinte de son génie mathématique.

Dans ce domaine, il a résolu des questions qui paraissaient insolubles avec une science pénétrante et une rare élégance; il a créé une méthode de statistique très précieuse dans les applications de la théorie cinétique de la matière.

Henri Andoyer, de la Section d'Astronomie, nous a laissé, avec son travail magistral de la théorie de la Lune, ses recueils d'éphémérides

astronomiques très appréciés et les nouvelles tables pour les logarithmes et pour les valeurs mêmes des signes trigonométriques, œuvre considérable digne du calculateur remarquable qu'était Andoyer, et qui constitue un instrument de premier ordre pour l'Astronomie.

Charles Moureu, de la Section de Chimie, s'affirma par l'histoire des principes constituants de plusieurs essences végétales, par la découverte des réactions générales des composés acétyléniques, par la connaissance de la constitution de la spartéine. Son œuvre principale est l'étude des gaz rares contenus dans les sources minérales qu'il put poursuivre grâce à la méthode spectrophotométrique très sensible qu'il avait imaginée.

Près de 60 sources minérales ont livré leur secret et fait connaître les proportions d'hélium, de krypton, de néon qu'elles contiennent.

Complétées par la mesure de la radioactivité d'une vingtaine de sources, ces résultats ont pris une grande importance, en raison de leur influence sur la physique du globe et l'évolution de la matière.

Léon Lindet, de la Section d'Économie rurale, représentait parmi nous les industries agricoles au progrès desquelles il a contribué par ses recherches sur la fermentation, la composition des raisins de divers sépages, la variation des hydrates de carbone dans les pommes à cidre pendant la maturation.

Le maréchal Foch, membre libre, fut l'admirable soldat, défenseur de la justice et du droit, dont la victoire nous délivra de la sujétion allemande. Son souvenir restera vivant dans nos cœurs.

Charles Depéret, membre non résidant, paléontologiste éminent, dont le nom restera attaché à l'histoire du bassin de la Méditerranée, pendant la période tertiaire et quaternaire. Il a formulé, à l'aide des documents fournis par les nombreuses fouilles exécutées sous sa direction, des idées nouvelles sur les transformations du monde animal par l'introduction des rameaux phylétiques en faisant intervenir les migrations, les périodes de croissance, etc. et établi les bases d'une méthode de recherches que la brillante école créée à Lyon poursuivra.

Sir Ray Lankester, associé étranger, était l'un des plus grands zoologistes de notre temps. Après avoir débuté dans la paléontologie par un beau Mémoire sur les poissons cuirassés et résolu l'énigme des animaux à chlorophylle, Ray Lankester aborda successivement les divers domaines de la zoologie depuis les vers jusqu'aux vertébrés et publia des résultats

importants aboutissant à des conceptions nouvelles. Son enseignement retenait autour de lui de nombreux élèves devenus des maîtres à leur tour.

Très nombreux sont les correspondants qui nous ont quitté.

Ch. Riquier, correspondant pour la Section de Géométrie, dont l'activité se limita à la solution d'un problème posé dès l'origine du calcul intégral.

Trabut, correspondant pour la Section d'Économie rurale, qui fut l'un des artisans de la rénovation agricole de l'Algérie.

Ulysse Gayon, correspondant pour la Section d'Économie rurale, dont les recherches sur les maladies des vins, sur leur protection par la pasteurisation, font autorité.

Georges Lecointe, correspondant pour la Section de Géographie et de Navigation. Après avoir servi dans l'escadre de la Méditerranée et fait un stage à l'Observatoire de Paris, fut appelé à réorganiser l'Observatoire d'Uccle en Belgique. Il publia les *Annales astronomiques* et d'importants travaux sur la physique du globe. C'était un grand ami de la France.

Jules Cornet, correspondant pour la Section de Minéralogie, se fit connaître, entre autres travaux, par la géologie du Congo belge et notamment du Katanga, si riche en gisements minéraux.

Auguste Lebeuf, correspondant pour la Section d'Astronomie, eut l'occasion de développer, à l'Observatoire de Besançon, le service chronométrique si précieux pour l'avenir de l'industrie horlogère de cette ville.

W. H. Perkin, correspondant pour la Section de Chimie, se distingua par des travaux hors de pair sur les méthodes de synthèse en chimie organique.

Roald Amundsen, correspondant pour la Section de Géographie et de Navigation, fut l'un des plus grands explorateurs polaires contemporains. Il découvrit le passage du Nord-Ouest entre l'Atlantique et le Pacifique depuis longtemps vainement cherché; découvrit le pôle Sud quelques jours avant l'infortuné capitaine Scott et enfin, après de nombreuses et périlleuses tentatives, réussit à survoler le pôle Nord. Il périt victime de son dévouement avec nos compatriotes Guilbaud, de Cuverville, etc.

Après cet hommage rendu à ceux qui nous ont quitté, je suis heureux de saluer nos nouveaux confrères et de souhaiter la bienvenue à MM. Achard, Drach, Esclangon, Le Bel, Nicolle.

Je voudrais maintenant vous entretenir de la Protection de la Nature qui passionne, dans tous les pays du monde, ceux qui s'intéressent à la conservation de certains monuments : paysages, forêts, territoires de chasse et même gisements des sites géologiques, menacés de destruction. Partout on se préoccupe de limiter des territoires plus ou moins étendus soustraits à toute exploitation ou dévastation, de manière à conserver, avec l'aspect général, la faune et la flore primitives.

Ces régions ont été désignées sous le nom de *Parcs nationaux* (Amérique), de *Monuments de la Nature* (Hollande), de *Sanctuaires* (Indes britanniques) et enfin de *Réserves de la Nature*, terme qui définit mieux que les précédents ce qu'on se propose de réaliser.

Ce sont les États-Unis qui, en 1872, ont pris l'initiative des mesures de protection et organisé le plus bel ensemble de territoires réservés. Le gouvernement fédéral a créé une vingtaine de parcs nationaux et des monument nationaux (environ 140) qui ne diffèrent des parcs que par leurs dimensions plus réduites. Les uns et les autres sont soumis aux conditions suivantes : Ils doivent être conservés absolument intacts à l'usage des générations présentes et futures; ils doivent être mis en réserve pour l'usage, l'observation, la santé et le plaisir du public.

Essentiellement établis pour assurer la protection des sites les plus grandioses au point de vue pittoresque ou historique, contre les dévastations de l'industrie et pour maintenir intactes leur faune et leur flore ou pour reconstituer des faunes en voie d'extinction, les parcs sont pour la plupart situés dans la région occidentale des États-Unis.

Les plus connus sont les parcs de Yellowstone dans le Wyoming, des Montagnes Rocheuses (Colorado) et du Grand Canyon (Arizona) au voisinage de l'océan Pacifique, les parcs du Mont Rainier (Washington), du Crater Lake (Oregon), de Yosemite et des Sequoias (Californie).

Le caractère de ces parcs varie avec les régions. Ainsi le parc de Yellowstone, unique au monde par ses geysers, ses sources chaudes, ses forêts, est surtout remarquable par sa faune, car il constitue la plus grande réserve connue pour les mammifères. Les bisons américains, qui étaient à la veille de disparaître, forment maintenant deux troupeaux de plusieurs centaines de têtes. Les élans représentent plus de 500 têtes et le cerf Wapiti, magnifique ruminant qui a disparu à peu près partout, s'est multiplié au point de former un troupeau de 15 à 20 milles têtes; les cerfs mulets, les antilopes furcifères se multiplient aussi rapidement depuis qu'ils sont en sécurité.

En Californie, dans le massif de la Sierra-Nevada, creusé de vallées étroites

dominées par des à pics de 1000 et 1500^m, il existe un autre parc, le *Yosémite*, qui présente tous les étages de végétation jusqu'à la limite des glaces. L'un des plus beaux canyons constitue la vallée du Yosémite, magnifique réserve forestière où les espèces atteignent des dimensions considérables. L'essence la plus intéressante est le *Sequoia gigantea* qui forme des peuplements de plus de 500 arbres. On retrouve aussi ces arbres, dans le Sequoia national Parc, en forêts étendues. Les Sequoia ont un diamètre de 3 à 10 ou 11^m à la base et une hauteur de 80^m, leur âge se chiffre par des milliers d'années comme on le voit sur la section offerte au Muséum national d'Histoire naturelle par la Légion Californienne, qui a deux mille années d'existence. Ces arbres ont traversé les grandes périodes de l'histoire du monde dans leur paisible et sereine atmosphère.

Outre ces parcs et ces monuments, les États-Unis ont créé un grand nombre de réserves forestières, de réserves de chasse, des refuges. L'ensemble occupe une surface de 75 millions d'hectares dans des terrains boisés accidentés ou dans les terres improductives. Ce formidable mouvement de protection n'a pas tardé à produire d'importants résultats par la multiplication de nombreuses espèces menacées de disparition.

Malheureusement, depuis quelques années, à côté de tentatives heureuses au point de vue éducatif, l'établissement des routes et des hôtels pour les touristes et les sports ont faussé le caractère primitif de ces parcs et déterminé, surtout dans ceux qui se trouvent au voisinage des villes, un afflux de voyageurs devant lesquels les animaux que l'on voulait protéger se retirent ou disparaissent. Il y a là un danger auquel échappent en partie les grands parcs situés loin des villes comme le parc de Yellowstone.

L'exemple des États-Unis a été bientôt suivi. Le Canada a créé à son tour une douzaine de parcs nationaux de 3 millions d'hectares, parmi lesquels on peut citer dans les régions montagneuses de l'Ouest : Parc des Laurentides, Parc algonquin situés dans les grandes plaines forestières ; les Parcs de Mosse Mountain et de Mainwright affectés à l'élevage et à la protection des grands ruminants indigènes : Élans, Wapiti, Cerfs et surtout Bisons. Dans les parcs des Montagnes Rocheuses, où la chasse est sévèrement interdite, les grands mammifères sont nombreux et deviennent très familiers, sauf les ours Grizzly et les Lynx. Il est vrai que là rien n'a été sacrifié au grand tourisme, seules des pistes permettent la circulation dans les parcs.

La Nouvelle-Zélande possède huit grands parcs et plusieurs centaines de réserves.

L'Union Sud-Africaine a créé en 1927 le parc national Kruger, le plus grand du monde car il couvre 2 millions d'hectares.

L'Australie, les Indes anglaises, la Birmanie ont institué des sanctuaires et des réserves. Le mouvement de protection s'est produit au Japon depuis 1911 avec la création des monuments nationaux au nombre de 420, comprenant 166 monuments historiques, 47 sites remarquables, 24 réserves zoologiques pour la faune indigène, 164 réserves botaniques pour la conservation des principaux groupes de végétation : forêts primitives, végétation alpine, végétation des dunes, des marais ainsi que pour la conservation des végétaux les plus curieux. Enfin, 19 réserves géologiques et minéralogiques. Tout cela forme un ensemble qui n'est dépassé que par l'organisation des Indes néerlandaises où le mouvement s'est développé de 1919 à 1925 par la création d'une soixantaine de réserves à Java dont la contenance varie de quelques hectares à plusieurs milliers. Elles sont destinées à conserver, comme au Japon, divers types de forêts naturelles comme celles de *Tjiboda*, d'*Ardjœna* ou pour assurer la permanence des *Casuarina*, des *Palaquium*, des *Barringtonia*, des *Rafflesia* aux fleurs gigantesques. Les régions volcaniques, les cavernes avec leurs formations calcaires, les îles coralliennes ne sont pas oubliées. Enfin de belles réserves zoologiques pour la conservation du *Rhinoceros Sondaicus*, du Banteng (*Bos Sondaicus*), des Orangs-Outangs, de nombreux oiseaux, etc.

Dans les îles voisines, Bornéo, Sumatra, les Célèbes, on se propose d'établir des réserves importantes, notamment à Bornéo d'une contenance de 900 000 hectares, où vivent encore, en grand nombre, les orangs-outangs, les tapirs, les éléphants. Le varan géant (*Varanus komedoensis*) serait protégé dans les petites îles situées au nord de Timor.

Toutes ces réserves sont sévèrement gardées et les permis de chasse variés sont accordés moyennant finances dans des conditions précises de manière à éviter les abus. L'organisation des Indes néerlandaises et, après elle, celle du Japon sont des modèles à suivre en ce qui concerne le choix des réserves et les mesures de protection.

L'Europe est entrée à son tour et tardivement dans cette voie, mais timidement, à cause de la rareté des surfaces improductives par suite de l'extentension des cultures.

L'Angleterre a réalisé un mode particulier de protection, en favorisant une organisation privée, le *National Trust*, régi par une association possédant l'autonomie financière et qui peut acquérir, au nom de la nation, les paysages

ou les monuments dont la conservation présente un intérêt pour la science, l'art ou le folklore. Le National Trust possède actuellement près de 300 réserves de nature artistique ou archéologique et, dans le nombre, quelques-unes sont consacrées à la conservation de la faune et de la flore.

La Suisse a créé le beau parc national de l'Engadine.

L'Italie possède deux parcs, dont l'un, le *Paradisio*, dans les Alpes, constitue une belle réserve où le Bouquetin et le Chamois sont en pleine prospérité. La Suède a, pendant longtemps, tenu la tête avec 12 parcs nationaux.

Dans l'Europe centrale, la Pologne, la Tchécoslovaquie, ont aussi créé d'importantes réserves; nous devons surtout signaler le Parc international, créé d'un commun accord par la Pologne et la Tchécoslovaquie, qui est à cheval sur une frontière commune, toujours discutée, dans la région de Tatra, supprimant ainsi d'une manière très élégante, les discussions irritantes soulevées par cette question de frontière.

L'Allemagne a créé en 1906 un office central de la protection de la nature, sous le contrôle du Ministère de l'Instruction et des Beaux-Arts, dont le rôle est d'étudier et de proposer les réserves naturelles, qui sont créées par des lois spéciales; il a en outre un droit de contrôle sur ces réserves.

En Prusse, on compte actuellement 178 réserves d'étendue variable pour la faune, la flore, les monuments les plus remarquables et les réserves zoologiques, avec des parcs comme le Lüneburger Park, le Zehlanbruch.

La Bavière compte 90 réserves parmi lesquelles le Parc national Königsse, la Saxe 11 réserves, le Wurtemberg 11 réserves, etc.

En tenant compte du nombre d'habitants, les réserves d'Allemagne et d'Autriche sont les plus importantes en Europe.

Le gouvernement néerlandais favorise les efforts d'une puissante société privée qui a constitué une quarantaine de réserves de plusieurs milliers d'hectares constituées par des bois, des tourbières, des bruyères, des dunes aux flores et aux faunes spéciales. Parmi ces réserves il faut citer celle de l'île de Texel, refuge des Palmipèdes, Mouettes, Goëlands, Avocettes, etc., et celle du lac de Naarden où, parmi les roseaux, les Hérons pourprés, les Spatules, les Avocettes, les Canards évoluent et se reproduisent en toute liberté.

En face des organisations si vivantes et si prospères que je viens de vous rappeler, la France est demeurée inerte. On n'a rien fait pour assurer, chez nous, la conservation des espèces en voie d'extinction; la disparition des Gélinottes, des Bartavelles, du Grand Coq de Bruyère, du Chamois, du Bouquetin atteste notre impuissance. Chasseurs et braconniers s'acharnent

à l'envi sur les restes d'une faune autrefois très riche, assurés qu'ils sont de l'impunité grâce aux influences politiques locales.

D'autre part les tentatives faites par le Prince de Monaco en 1917 dans les Pyrénées et dans l'Estérel n'eurent pas de succès. Le seul Parc national existant est celui du Pelvoux, insuffisamment organisé.

Le vote de la loi sur la protection de la nature, en instance devant le Parlement, nous permet d'espérer un avenir meilleur par la création de réserves dont les projets ont été étudiés, et notamment par l'organisation d'un Parc franco-espagnol comprenant le cirque de Gavarnie et la vallée d'Arrasas, où vivent encore quelques bouquetins.

Signalons maintenant les résultats obtenus par l'administration forestière dans la formation des séries artistiques de Fontainebleau, Compiègne, Marly, Rambouillet; la création du parc municipal de Ploumanah sur l'initiative du Touring Club et de la Commission départementale des Côtes-du-Nord, et enfin l'organisation, par la Société nationale d'Acclimatation, de la réserve de la Camargue dans la région comprise entre les Salins de Giraud et les Saintes-Maries-de-la-Mer.

Là, grâce à la libéralité de la Compagnie Péchiney, la Société possède la jouissance d'une étendue de 10000 hectares formée de lacs et de grèves salines qui, suivant la saison, étincellent au soleil ou revêtent une belle teinte violette due aux floraisons des Statice, teinte marbrée des plages vertes formées par les Salicornes. Cette belle région, unique en Europe, est à la fois le séjour et le lieu de passage des oiseaux migrateurs, Palmipèdes et Échassiers qui, aux approches de l'hiver, descendent le couloir de la vallée du Rhône pour se rendre en Afrique, et remontent au printemps. C'est le lieu d'élection de nombreuses variétés de Canards, des Cygnes, des Flamants roses, des Ibis, des Hérons pourprés, des Avocettes, ainsi que des Rolliers et des Guépiers, beaux oiseaux africains. Désormais protégée, la Camargue deviendra une magnifique réserve botanique et zoologique.

Si la protection de la nature est rudimentaire en France, elle était nulle dans nos colonies il y a peu d'années encore; le Gouvernement français avait seulement publié en avril 1914 un décret sur la réglementation de la pêche de la baleine dans nos colonies.

Nos voisins les Anglais et les Belges avaient depuis longtemps adopté des mesures de protection dans leurs colonies respectives. En outre, au Congo belge, le Gouvernement, sur l'initiative du Roi, a constitué le Parc Albert dans la région du Kivu dont la faune et la flore sont aussi variées que les richesses minières. Ce Parc, d'une contenance de

200000 hectares, est régi par un conservateur assisté d'une Commission siégeant à Bruxelles; il deviendra l'un des joyaux de la colonie.

Dans l'Afrique occidentale française et surtout dans l'Afrique équatoriale, sans réglementation efficace, nos richesses coloniales étaient en proie à la dévastation des indigènes, des chasseurs, des concessionnaires de terrains. C'est par milliers que les Éléphants, les Rhinocéros, les Hippopotames, les Antilopes, les Girafes succombent dans l'Afrique équatoriale, non seulement sous les coups de nos nationaux, mais aussi des étrangers qui, ne pouvant chasser dans les colonies voisines assez bien gardées, viennent chez nous accomplir leur œuvre de destruction. Sous l'influence des protestations des voyageurs, des naturalistes et d'un Comité national qui s'est constitué pour la protection de la faune coloniale, une réglementation a été réalisée en Afrique occidentale par la limitation des permis de chasse, la création de parcs de refuges au nombre de 15 dans les diverses régions de la colonie, et enfin par la publication d'une liste des espèces qu'il est interdit de chasser dans les parcs, ainsi qu'une liste plus réduite dont la chasse est interdite partout et en tous temps; tels que le Chimpanzé, la Girafe, l'Hippopotame nain, l'Autruche, le Ratel, le Secrétaire, ainsi que les petits oiseaux.

Une réglementation analogue a été adoptée au Togo, au Cameroun, ainsi qu'en Indochine.

Dans l'Afrique équatoriale où il existe encore de belles réserves de chasse, la réglementation vient d'être fixée à peu près de la même manière qu'en Afrique occidentale. Mais dans toutes ces régions, il ne suffit pas d'instituer des règlements plus ou moins sévères, il est indispensable qu'ils soient en accord avec les possibilités de surveillance, car il est à craindre que, sous le couvert de permis de chasse autorisés, la fraude ne s'introduise et que le nombre des animaux sacrifiés ne dépasse les limites permises.

Il n'est pas de région qui échappe à l'action destructive des chasseurs ou des commerçants. Ainsi les îles du Sud : Kerguelen, Saint-Paul, Amsterdam, qui présentent encore une riche faune de Palmipèdes et de Mammifères marins : Ours marins, Phoques, Éléphants de mer, Léopards marins etc., sont l'objet d'une chasse industriellement organisée où des animaux sans défense sont impitoyablement massacrés; aussi a-t-on dû intervenir pour transformer en parcs nationaux avec interdiction de chasse, les îles Crozet, Saint-Paul et Amsterdam, ainsi que les côtes Nord et Sud de Kerguelen.

Il me reste à parler de Madagascar, c'est là qu'on peut s'écrier : la forêt se meurt, la forêt est morte !

Depuis longtemps M. Perrier de la Bâthie nous a fait connaître les richesses de la flore malgache avec ses essences inconnues partout ailleurs, si gravement menacée, que ses représentants auront disparu avant qu'on en ait terminé l'inventaire. C'est l'homme qui est l'ennemi de la forêt à Madagascar plus que partout ailleurs, car la forêt détruite ne se reconstitue pas. Par la pratique des « Tavy », ou rizières de forêts, établies sur des forêts brûlées par les feux périodiques allumés par les indigènes pour renouveler les graminées dont se nourrit le bétail, par les exploitations abusives de concessionnaires sans scrupules, partout la forêt disparaît par les incendies. Elle est remplacée dans l'Ouest par la Savane, prairie parsemée d'arbres ayant résisté aux flammes; dans les régions humides de l'Est c'est la Savoka qui apparaît, constituée par des monocotylédones à rhizomes, des arbustes et des réserves de grands arbres. Peu à peu, Savane et Savoka disparaissent pour faire place à des prairies à graminées dépourvues d'arbres et d'arbustes. A leur tour les prairies disparaissent et le sol dénudé montre des formations latéritiques de couleur rouge qui, sous l'influence du soleil et de la pluie, se transforment en une couche stérile plus semblable à la brique qu'à la terre végétale. Rien ne pousse dans cette terre rouge, les graines étant tuées par le soleil ou entraînées par les eaux.

Sous ces influences qui chaque année s'exercent sur de nouvelles surfaces boisées, on s'explique que les prairies ou anciennes prairies, aujourd'hui dénudées, occupent les $\frac{5}{6}$ de la surface de l'île, tandis que les forêts ne couvrent guère plus de 3 millions d'hectares.

Il était urgent d'aviser. M. le Gouverneur général Olivier, ému par les doléances qui lui étaient adressées, créa, sur un plan établi par M. Perrier de la Bâthie, une douzaine de réserves naturelles situées loin des grandes agglomérations. Elles sont placées sous la surveillance d'un agent forestier qui, sous le titre de Conservateur des réserves naturelles, est chargé, avec des agents indigènes, d'assurer la surveillance de ces réserves; elles sont placées, au point de vue scientifique, sous le contrôle du Muséum national d'Histoire naturelle.

Ainsi pourront être conservés les débris d'une flore remarquable et, avec elle, la faune des Lémuriens, si spéciale à Madagascar.

Tel est, Messieurs, le bilan de la protection des richesses naturelles dans le monde.

Les parcs ou les réserves de la nature ne peuvent être organisés et main-

tenus avec leur caractère primitif que grâce à l'activité de sociétés qui groupent les artistes et les naturalistes. Ces sociétés, par une active propagande, amènent de nouveaux partisans à l'œuvre de conservation et peuvent réformer les abus qu'une réglementation insuffisante fait apparaître.

A la veille de la guerre, à la suite d'un congrès international de protection de la nature tenu à Paris, l'idée d'un groupement international avait été envisagée de manière à assurer la réalisation des vœux du congrès. Il n'y fut pas donné suite et les sociétés existantes ont continué à réaliser leur tâche sans coordonner leurs efforts.

Aujourd'hui que l'idée de la protection a réuni partout de nombreux adeptes, que de puissantes sociétés se sont constituées en Hollande, en Belgique, en Angleterre, en Suisse, etc., il est nécessaire de reprendre l'idée primitive. Cette question a été longuement discutée pour les régions Pacifiques dans le Congrès scientifique du Pacifique tenu à Java en mai 1929. Une Commission internationale a été nommée pour aboutir à une entente. La Belgique, aujourd'hui à la tête du mouvement de protection, qui a organisé un centre de documentation internationale déjà très riche, est tout indiquée pour devenir le siège de l'organisation internationale pour la protection des beautés naturelles, de la faune et de la flore.

Souhaitons voir bientôt réalisée cette organisation, afin que soit conservé, pour les générations futures, le patrimoine de l'humanité.

Je donne la parole à M. le Secrétaire perpétuel pour la proclamation de nos prix.

PRIX ET SUBVENTIONS ATTRIBUÉS EN 1929.

RAPPORTS.

MATHÉMATIQUES.

PRIX FRANCŒUR.

(Commissaires : MM. Émile Picard, Appell, Painlevé, Hamy, Lecornu, Goursat, Borel, Lebesgue; Hadamard, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Paul Noaillon**, attaché à la section technique de l'artillerie, pour ses recherches d'analyse mathématique et d'hydrodynamique.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

MÉCANIQUE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Émile Picard, Appell, Sebert, Vieille, Lecornu, Kœnigs, Rateau, Mesnager.)

Le prix n'est pas décerné.

PRIX PONCELET.

(Commissaires : MM. Émile Picard, Appell, Sebert, Vieille, Kœnigs, Rateau, Mesnager; Lecornu, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Alfred Liénard**, directeur de l'École nationale supérieure des mines, pour ses travaux sur l'application des théories générales de la mécanique aux problèmes d'électrostatique, d'électrodynamique et de magnétisme.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX PIERSON-PERRIN.

(Commissaires : MM. Émile Picard, Appell, Sebert, Vieille, Lecornu, Kœnigs, Rateau, Mesnager.)

Le prix n'est pas décerné.

FONDATION HENRY BAZIN.

(Commissaires : MM. Émile Picard, Appell, Sebert, Vieille, Lecornu, Kœnigs, Rateau; Mesnager, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Charles Camichel**, correspondant de l'Académie des sciences, directeur de l'Institut électrotechnique de Toulouse, pour son procédé expérimental d'étude des tourbillons dans les liquides à l'aide de particules métalliques en suspension.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE.

(Commissaires : MM. Émile Picard, Appell, Deslandres, Bigourdan, Baillaud, Lebesgue, Esclangon, N...; Hamy, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Alexandre Véronnet**, astronome adjoint à l'Observatoire de Strasbourg, pour l'ensemble de ses travaux astronomiques concernant la figure et la constitution des corps célestes.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX DAMOISEAU.

(Commissaires : MM. Émile Picard, Appell, Deslandres, Baillaud, Hamy, Lebesgue, Esclangon, N...; Bigourdan, rapporteur.)

Nous avons reçu un seul mémoire, intitulé : *Contribution à l'étude des excentricités des orbites cométaires*, dû à M. **Gaston Fayet**, directeur de l'Observatoire de Nice.

Parmi les comètes apparues jusqu'à ce jour, au nombre d'environ 500, il en existe une vingtaine pour lesquelles l'orbite osculatrice de la période des observations accuse nettement un caractère un peu hyperbolique et qui, par suite, pourraient avoir une origine extra-solaire.

L'étude de ces astres exceptionnels a fait l'objet de divers travaux, à la fois théoriques et numériques, dus principalement à MM. L. Fabry, G. Fayet et E. Strömgren : ces astronomes ont cherché principalement si ces comètes exceptionnelles avaient effectivement une origine extra-solaire ou si, plus simplement, le caractère hyperbolique n'était que relativement récent ayant été provoqué par l'action perturbatrice des grosses planètes, Jupiter surtout, sur une orbite primitivement elliptique. Les résultats de ces travaux se sont trouvés d'accord pour conclure en faveur de cette dernière hypothèse : les orbites étaient primitivement elliptiques, de sorte que les comètes avaient une origine solaire.

En 1905, M. Fayet, dans un mémoire couronné, entreprit une recherche

générale, qui portait sur 150 comètes ayant une excentricité égale ou supérieure : 0,9985, et la conclusion fut que, parmi les comètes connues, il n'en existe aucune dont l'orbite puisse être envisagée comme un argument en faveur d'une origine extra-solaire. Aujourd'hui, M. Fayet envisage l'*avenir* des comètes dont l'excentricité observée s'écarte peu de l'unité et il cherche quelle est la proportion de celles qui sont susceptibles d'abandonner définitivement notre système. La recherche porte sur 36 comètes dont l'orbite a été déterminée avec précision, et il évalue par une méthode simplifiée les perturbations du premier ordre de l'excentricité produites par l'action ultérieure de Jupiter; en outre, il faut un calcul plus exact pour 7 de ces comètes qui ont paru plus intéressantes.

Nous ne pouvons suivre l'auteur dans les trois parties de son travail et nous dirons seulement quelle conclusion paraît s'en dégager : sur les 36 orbites étudiées, 6 ellipses, 13 paraboles et 17 hyperboles, il en existe 7, toutes hyperboliques lors des observations, dont le caractère hyperbolique se conservera ou même se trouvera ultérieurement accentué du fait des perturbations. Ce résultat est particulièrement caractérisé par la comète 1898-VII observée pendant plus de six mois et dont l'excentricité initiale se trouve augmentée par l'action de Jupiter.

Espérons qu'un jour prochain, l'évaluation rigoureuse des perturbations de cette comète par toutes les grosses planètes achèvera d'éclaircir ce cas intéressant; le mémoire de M. **Fayet** n'eût-il permis de mettre en évidence que ce cas particulier serait déjà digne d'être conservé par l'Académie; aussi votre Commission a été unanime à vous proposer de lui accorder le prix Damoiseau pour 1929.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX VALZ.

(Commissaires : MM. Émile Picard, Appell, Bigourdan, Baillaud, Hamy, Lebesgue, Esclangon, N....; Deslandres, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Louis Dunoyer**, physicien à l'Observatoire de Meudon, pour ses recherches sur les niveaux à bulle d'air et les cellules photo-électriques.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX G. DE PONTÉCOULANT.

(Commissaires : MM. Émile Picard, Appell, Deslandres, Bigourdan, Baillaud, Hamy, Lebesgue, Esclangon, N....)

Le prix n'est pas décerné.

PRIX LA CAILLE.

(Commissaires : MM. Émile Picard, Appell, Deslandres, Bigourdan, Baillaud, Hamy, Lebesgue, Esclangon, N....)

Le prix n'est pas décerné.

FONDATION ANTOINETTE JANSSEN.

(Commissaires : MM. Émile Picard, Appell, Deslandres, Bigourdan, Baillaud, Hamy, Lebesgue, Esclangon, N....)

Le prix n'est pas décerné.

GÉOGRAPHIE.

PRIX GAY.

(Commissaires : MM. Mangin, Lallemand, Lecomte, Fournier, Bourgeois, Ferrié, Fichot, Perrier; Douvillé, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. l'abbé **Ludovic Gaurier**, chargé de mission des Ministères des travaux publics et de l'agriculture, pour ses travaux sur les lacs des Pyrénées.

M. L. Gaurier a été chargé dès 1907 par le Ministère de l'agriculture, puis en 1919 par le Service des forces hydrauliques au Ministère des

travaux publics, de poursuivre l'inventaire méthodique des lacs des Pyrénées. Il s'est consacré à cette étude avec un zèle inlassable, campant dans la haute montagne dès que la saison le permettait, explorant successivement tous les lacs, en surface pour en dresser la carte, en profondeur avec des appareils de sondage pour se rendre compte du volume d'eau utilisable.

Deux cent dix de ces lacs ont été ainsi complètement étudiés et cartographiés à grande échelle, au $\frac{1}{1000}$ ou au $\frac{1}{2000}$; ces résultats sont groupés dans un magnifique atlas qui a été remis à l'Académie.

Chaque carte est accompagnée d'une note sur les conditions géologiques du bassin versant, sur le régime d'alimentation et d'écoulement, sur la faune et la flore lacustres.

C'est un travail considérable et qui fait grand honneur à son auteur.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

FONDATION TCHIHATCHEF.

(Commissaires : MM. Douvillé, Mangin, Lallemand, Lecomte, Fournier, Bourgeois, Ferrié, Fichot; Perrier, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Paul Pollacchi**, ancien chef du Service de la Cartographie étrangère au Service géographique de l'Armée, pour son *Atlas colonial français*.

Le commandant d'infanterie Pollacchi a été employé comme officier topographe aux levés réguliers des cartes d'Algérie et de Tunisie (1891-1893), puis attaché aux Services de la Cartographie étrangère, de la Gravure et du Dessin du Service géographique de l'Armée (1903-1912 et 1914-1919). Il est l'auteur d'un grand nombre de travaux topographiques et cartographiques (études sur les échelles métriques, la lecture des cartes étrangères, la transcription phonétique des noms appartenant à des langues parlées dans l'Europe centrale et les Balkans, etc.). On lui doit les quinze feuilles prolongeant la carte vicinale au 100000e du Ministère de l'Intérieur dans les trois départements désannexés du Haut-Rhin, du Bas-Rhin et de la Moselle (1919-1920).

Depuis qu'il a pris sa retraite (1912), le commandant Pollacchi remplit à l'*Illustration* les fonctions de chef du Service cartographique. Il est l'auteur depuis 17 ans de toutes les cartes si claires et si bien documentées qui

accompagnent dans ce journal tous les articles d'actualités; on lui doit donc beaucoup pour la diffusion des connaissances géographiques.

Son dernier ouvrage est un *Atlas colonial*, publié par l'*Illustration* consacré aux possessions françaises d'outre-mer, parfaitement conçu et exécuté. 56 cartes et un texte de 160 pages, illustré de belles photographies, résument tout ce que l'on doit connaître de nos Colonies (géographie, ethnographie, histoire, administration et géographie économique). Cette abondante documentation rendra les plus grands services, comblant une lacune et faisant mieux connaître notre Empire colonial.

Par la collaboration qu'il a autrefois prêtée au Service géographique de l'Armée dans l'établissement des cartes au 1000000e de l'Asie centrale et de l'Asie orientale, par la remarquable contribution qu'apporte son Atlas colonial à la connaissance de nos possessions d'Asie (pages 199-243), M. **Pollacchi** est digne du prix Tchihatchef qui récompensera ainsi l'ensemble de son œuvre géographique.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

NAVIGATION.

PRIX DU MINISTÈRE DE LA MARINE.

(Commissaires : MM. Émile Picard, Sebert, Lallemand, Lecornu, Fournier, Bourgeois, Kœnigs, Rateau, Mesnager, Laubeuf, Ferrier, Fichot, Perrier, Drach; Vieille, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à feu le général **Eugène Émery**, pour l'ensemble de ses travaux.

L'œuvre scientifique du général Émery concerne la balistique intérieure et extérieure : elle est principalement contenue dans trois Mémoires insérés en 1907 au *Mémorial des Poudres*, en 1923 et 1928 au *Mémorial de l'Artillerie française*.

Dans son Mémoire de 1907, le général Émery a formulé un théorème

curieux, sur la rétrogradation du point des pressions maximum dans les bouches à feu, dont l'influence a été considérable sur les savants travaux poursuivis en balistique intérieure depuis cette époque, notamment par MM. Gossot et Liouville.

D'autre part, en généralisant la notion d'homogénéité en balistique, le général Émery a réalisé une œuvre fructueuse au point de vue didactique et préparant les perfectionnements en cours dans l'armement.

En balistique extérieure, le général Émery a donné une vaste synthèse des recherches antérieures, en rapprochant par une analyse ingénieuse des théories en apparence dissemblables, et constituant un ensemble d'une haute valeur didactique.

La Commission du prix de la Marine a été unanime pour attribuer ce prix au général **Émery**.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX PLUMEY.

(Commissaires : MM. Émile Picard, Sebert, Vieille, Lallemand, Lecornu, Fournier, Bourgeois, Kœnigs, Mesnager, Laubeuf, Ferrié, Fichot, Perrier; Rateau, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Pierre Clerget**, ingénieur au Service technique de l'Aéronautique, pour les perfectionnements qu'il a apportés aux moteurs destinés à la navigation aérienne.

M. Pierre Clerget s'est consacré depuis 20 ans à l'étude et à la construction des moteurs d'aviation. Il a créé d'abord un des premiers moteurs rotatifs qui a été utilisé en grande série pendant la guerre et est encore monté (type 130 ch) sur des avions de tourisme, puis fut l'un des promoteurs des moteurs d'aviation de 50 à 200 ch à refroidissement par eau, à cylindres en ligne, en V ou inversés. Depuis la guerre, ingénieur au Service technique de l'Aéronautique, auquel il a apporté tous ses brevets, il s'est adonné exclusivement à l'étude systématique des moteurs à combustion du cycle Diesel, en vue de leur application à la navigation aérienne, et, après des efforts persévérants pour mettre au point la pulvérisation, l'injection et la combustion des combustibles lourds, a conçu, dessiné et fait cons-

truire, entièrement sous sa direction, un moteur à injection directe de gazoil, qui, à la suite d'essais satisfaisants au banc d'essais, a permis d'effectuer des vols officiellement contrôlés, sur un avion de série, par simple substitution à un moteur à explosion ordinaire.

M. **Clerget** a ainsi obtenu des résultats qui mettent, actuellement, l'Aéronautique française au même rang que les puissances étrangères les plus avancées dans cette voie de l'application des moteurs à huile lourde, qui, de l'avis unanime, apportera un progrès énorme au point de vue de la sécurité, car les causes d'incendie seront alors à peu près complètement réduites à néant.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PHYSIQUE.

PRIX GASTON PLANTÉ.

(Commissaires : MM. Émile Picard, Villard, Branly, Brillouin, Perrin, Cotton, de Broglie, Fabry; Paul Janet, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Charles Féry**, professeur honoraire à l'École de Physique et Chimie, pour les perfectionnements qu'il a apportés à la théorie de l'accumulateur au plomb.

M. Charles Féry a, depuis plus de dix ans, consacré tous ses efforts au perfectionnement de cette théorie. La théorie de la double sulfatation, jusqu'alors classique, ne rend pas compte de toutes les particularités que l'on peut observer dans la charge et la décharge des éléments. M. Charles Féry a montré qu'il fallait faire intervenir deux composés nouveaux, le sulfate plombeux SO^4Pb^2 qui prend naissance à la négative et un peroxyde noir de plomb Pb^2O^5 qui constitue la matière positive chargée. Les composés, prévus par M. Féry, ont été récemment isolés par M. Rollet.

Cette théorie a conduit M. Féry à des conséquences importantes au point de vue pratique pour éviter l'accident connu sous le nom de « sulfatation ».

Rappelons de plus que M. Féry a construit une pile à dépolarisation par l'air très répandue aujourd'hui.

Ces progrès, réalisés dans un domaine où Gaston Planté avait été un précurseur, ont engagé votre Commission à attribuer à M. **Charles Féry** le prix fondé par ce grand inventeur.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX HÉBERT.

(Commissaires : MM. Émile Picard, Villard, Branly, Janet, Brillouin, Perrin, Cotton, de Broglie; Fabry, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Georges Déjardin**, professeur à l'Université de Lyon, pour ses recherches sur les potentiels d'ionisation et sur la classification des lignes spectrales de divers atomes.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX HENRI DE PARVILLE.

(Commissaires : MM. Émile Picard, Villard, Branly, Janet, Brillouin, Perrin, de Broglie, Fabry; Cotton, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Marcel Pauthenier**, professeur à la Faculté des Sciences de Lille, pour la solution qu'il a trouvée du problème des *retards absolus* dans le phénomène électro-optique de Kerr.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX HUGHES.

(Commissaires : MM. Émile Picard, Villard, Branly, Janet, Brillouin, Perrin, Cotton, de Broglie; Fabry, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Jean-Jacques Trillat**, docteur ès sciences, pour ses recherches sur l'orientation moléculaire faite au moyen des rayons X.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

FONDATION CLÉMENT FÉLIX.

(Commissaires : MM. Villard, Branly, Janet, Brillouin, Perrin, Cotton, de Broglie, Fabry; Émile Picard, rapporteur.)

La Commission propose de décerner les arrérages de la Fondation à M. **René de Mallemann**, professeur à la Faculté des Sciences de Nancy, pour ses travaux sur la polarisation rotatoire.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

CHIMIE.

PRIX MONTYON DES ARTS INSALUBRES.

(Commissaires : MM. Schlœsing, A. Lacroix, Le Chatelier, Béhal, Urbain, Bertrand, Desgrez; Matignon, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Daniel Florentin**, sous-directeur du Laboratoire municipal de chimie, pour l'ensemble de ses travaux sur l'hygiène des grandes villes.

Ancien élève de l'École de Physique et de Chimie de la Ville de Paris, M. **Florentin** est depuis 18 ans chimiste au Laboratoire municipal, dont il est devenu le sous-directeur depuis le 1er janvier 1925. Les travaux de M. Florentin avaient été déjà distingués par l'Académie, qui lui avait attribué en 1915 une mention honorable du prix Montyon. M. Florentin, après avoir indiqué, en collaboration avec M. Vandenbergh, une méthode permettant de doser avec certitude des traces d'oxyde de carbone (jusqu'à $\frac{1}{100\,000}$) dans l'air ou les gaz de fumées, a appliqué cette méthode à l'étude de l'air des principales artères parisiennes et tiré de cet important travail des conclusions intéressantes concernant l'hygiène des grandes villes.

Il a reconnu en particulier que la teneur en oxyde de carbone diminue

assez rapidement avec la hauteur et que, même dans les rues à circulation intense, on ne trouve que des quantités inférieures au $\frac{1}{100000}$ à partir du troisième étage.

Par sa situation au Laboratoire municipal, M. Florentin a été conduit à collaborer à un grand nombre d'études chimiques posées par les administrations de la Ville de Paris, études toutes relatives à la sécurité du public et à l'hygiène : procédés d'ignifugation des décors de théâtre, composition de l'atmosphère des tunnels de chemins de fer souterrains, conditions de fonctionnement des fosses septiques, recherches des fraudes dans les produits alimentaires, etc.

M. Florentin a été le collaborateur constant de M. Kling dans la direction du service des explosifs du Laboratoire municipal. C'est ce service qui assure l'enlèvement, l'étude et la destruction de tous les engins explosifs de toute origine, c'est ce même service qui a été chargé pendant la guerre du désamorçage des obus à gaz ennemis trouvés sur le front et de l'étude chimique des substances nocives qu'ils contenaient.

La Commission à l'unanimité a décidé d'attribuer le prix Montyon (Arts insalubres) à M. **Daniel Florentin**.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX JECKER.

(Commissaires : MM. Schlœsing, A. Lacroix, Le Chatelier, Urbain, Bertrand, Desgrez, Matignon; Béhal, rapporteur.)

La Commission propose de décerner :

Un prix de 5000fr à M. **Richard Fosse**, professeur au Muséum national d'histoire naturelle, pour l'ensemble de ses travaux sur la Chimie organique, biologique et agricole.

Un prix de 5000fr à M. **Marcel Sommelet**, professeur agrégé de la Faculté de pharmacie, pour l'ensemble de ses travaux.

M. **R. Fosse**, professeur au Muséum national d'Histoire naturelle, a publié jusqu'aujourd'hui 151 Mémoires, comprenant 94 notes aux *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, consacrées à la Chimie organique, biologique et agricole.

Chimie organique. — Après avoir établi la véritable nature d'une série de substances dont les formules étaient inexactes, il découvre les fonctions : *dinaphtopyranol*, *xanthydrol et sels de pyryle*.

Ces deux alcools s'écartent de tous les alcools non azotés connus, et se comportent comme s'ils possédaient chacune des fonctions : *carbinol de matière colorante*, *base métallique, alcaloïde*, *aldéhyde et acétone*, *peroxyde*. *quinone et hydrate de diazoïque*.

Quoique dépourvus d'azote, ils s'unissent, comme la potasse, aux acides minéraux pour donner des sels, aussi colorés que les plus belles matières colorantes. Comme le chlorure de potassium, les sels haloïdes de pyryle forment des sels doubles avec la plupart des métaux. Dans le chloroplatinate de *dinaphtopyryle* et celui de potassium, le radical pyryle et le potassium jouent identiquement le même rôle. Ils représentent donc une nouvelle classe de *bases oxygénées sans azote*, très différentes des *bases oxonium*.

Tandis que la xanthone, malgré sa fonction acétone, ne peut être combinée à l'hydroxylamine, à l'hydrazine, etc., l'alcool-xanthydrol s'unit à froid à tous ces réactifs.

L'activité de l'OH du xanthydrol ne se limite pas à la formation de composés dont la soudure relie 1[at] de carbone à 1[at] d'azote.

La liaison *carbone à carbone* de deux radicaux monovalents se réalise par l'action directe des pyranols sur les *anhydrides d'acides*, *les molécules méthyléniques*, *les phénols*.

L'OH du di et du triphénylcarbinol se prête aussi à de pareilles synthèses. Un nombre imposant de ces nouveaux composés, engendrés par des réactions absolument nouvelles, ont été décrits par Fosse et par ses élèves : Lesage, Baillon, Robyn, Hieulle, Hagene, Dubois et François.

Chimie des plantes et des animaux. Chimie agricole. — Sur la combinaison du xanthydrol et de l'urée, découverte en poursuivant ses travaux de chimie pure, M. Fosse édifie une méthode d'analyse devenue classique.

Selon plusieurs spécialistes, elle donne à la *Chimie agricole* le sûr moyen de déterminer avec précision la valeur des *engrais azotés*, résultant de l'action des acides sur la cyanamide calcique, dans le but de la transformer en urée, « l'engrais azoté idéal ».

Malheureusement, l'azote des produits d'hydratation de la cyanamide que l'industrie livre à l'agriculture ne se trouve que partiellement sous forme d'urée. Une partie toxique ne peut être assimilée par la plante. Cependant la transformation *totale* de la *chaux azotée* en *urée* est possible; puisque Fosse, Hagene et Dubois ont décrit une méthode de dosage de la cyanamide, basée sur cette réaction, confirmée et adoptée par les chimistes agricoles.

L'urée, présente à tous les degrés d'organisation de la matière vivante, *est un produit d'excrétion des végétaux comme des animaux*.

Elle se forme par oxydation, non seulement de l'albumine, ainsi que l'avait trouvé Béchamp dans ses expériences contestées durant 50 ans, mais aussi des autres principes carbonés de l'organisme et tout particulièrement du glucose. Une importante relation insoupçonnée paraît lier l'uréogenèse à la glycogenèse.

D'où vient l'urée ainsi formée artificiellement ? De l'acide cyanique comme dans la célèbre synthèse de Wœhler : CONH, $NH^3 \rightarrow CO(NH^2)^2$.

M. Fosse découvre ainsi une réaction chimique très générale, considérée comme irréalisable par tous ceux qui ont, avant lui, cherché à obtenir l'acide cyanique en oxydant les substances organiques.

Quel est, dans ces synthèses, le terme qui précède l'acide cyanique et l'urée ? L'acide cyanhydrique.

Ce terme intermédiaire, longtemps insaisissable, peut être aisément isolé, si l'on provoque l'oxydation en présence d'un sel d'argent ou de mercure.

Le mécanisme de la formation *artificielle* de l'urée par oxydation des principes naturels, représenté par le schéma

$$CH^2O \xrightarrow[-H^2O]{+NH^3+O} CNH \xrightarrow{+O} CONH \xrightarrow{+NH^3} CO\langle{}^{NH^2}_{NH^2}$$

s'écarte donc singulièrement de la théorie actuelle de l'uréogenèse, qui fait dériver l'urée de l'acide carbonique et l'ammoniac.

La formation, par oxydation, de l'*aldéhyde formique* et de l'*acide cyanhydrique*, qui, isolément, ensemble ou avec le concours d'autres corps, ont permis de reproduire artificiellement les sucres, les acides aminés, les purines, impose la conviction que la *combustion respiratoire n'est pas seulement la source de la chaleur et de l'énergie animales, mais aussi de la synthèse incessante des principes naturels.*

En cherchant le formol dans les feuilles, M. **Fosse** trouve un nouveau principe végétal, l'acide allantoïque, et, avec M. Brunel, un nouveau ferment qui produit cet uréide, aux dépens de l'allantoïne, *l'allantoïnase.*

MM. Fosse, Brunel et De Graeve découvrent la transformation diastasique de l'acide urique en acide allantoïque. Cette curieuse fermentation d'une substance d'origine biologique exclusivement animale, provoquée par de nombreux végétaux (haricot, pois, fève, etc.), est l'œuvre de deux ferments : l'un oxydant, conduit à l'allantoïne, que l'autre, hydratant, *l'allantoïnase*, transforme en acide allantoïque.

M. **Marcel Sommelet** est professeur agrégé à la Faculté de Pharmacie de Paris où il est chargé de Conférences de Chimie organique. Tous ses travaux relèvent, d'ailleurs, de cette branche de la Chimie et constituent un ensemble important dont une partie lui a déjà valu, en 1919, l'attribution du quart du montant du prix Jecker.

Il avait déjà élaboré deux méthodes de synthèse permettant la préparation, l'une d'aldéhydes saturées, l'autre d'aldéhydes à fonction éthylénique. La première est aujourd'hui classique.

D'autre part, M. Sommelet avait observé que le chlorobenzylate d'hexaméthylène-tétramine, préparé avant lui par Delépine, se décompose lors de l'ébullition de sa solution aqueuse, avec production d'aldéhyde benzoïque. Le rendement étant satisfaisant, il a trouvé, dans cette transformation, le point de départ d'un procédé de préparation des homologues de cette aldéhyde.

Depuis cette époque, il a complété ces premiers résultats et montré, dans un travail effectué en commun avec M. E. Deroux, que le même mode de décomposition, appliqué aux sels quaternaires que forme l'hexaméthylène-tétramine avec les iodures d'alcoyles purement acycliques donne, de la même manière, naissance aux aldéhydes de la série grasse, mais avec un rendement inférieur.

Au cours de ses recherches sur les dérivés de l'hexaméthylène-tétramine, M. Sommelet a été amené à constater que, si l'on soumet la base libre à l'action de l'acide formique chaud, cet acide se décompose avec mise en liberté d'anhydride carbonique et formation corrélative d'hydrogène qui, se fixant sur les éléments de la molécule de la base, la transforme en un mélange d'ammoniaque et de méthylamines où prédomine l'amine tertiaire. Il a pu, de cette réaction, déduire un procédé simple de préparation de la triméthylamine.

L'acide formique exerce une action hydrogénante comparable sur les sels quaternaires d'hexaméthylène-tétramine. Le chlorobenzylate, par exemple, conduit, sous cette influence, à la N-diméthylbenzylamine :

$$C^4H^8N^3\left\langle\begin{matrix}CH^2\\CH^2\end{matrix}\right\rangle N\left\langle\begin{matrix}Cl\\CH^2-C^6H^5\end{matrix}\right. \rightarrow \begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\Big\rangle N-CH^2-C^6H^5.$$

Cette réaction est assez générale. En l'appliquant au produit d'addition du diphénylbromométhane, M. Sommelet a pu produire la diméthylbenzhydrylamine $(C^6H^5)^2CH-N(CH^3)^2$. Cette amine doit à sa constitution même une instabilité particulière : elle ne se transforme en sel quaternaire,

au contact de CH^3I ou de CH^3Br, à chaud, qu'en milieu non hydroxylé. Si on la chauffe à 100° avec une solution méthylique de CH^3Br, elle se transforme de façon telle que l'on n'isole, comme produits de réaction, que l'éther-oxyde méthylique du benzhydrol et $(CH^3)^3N$, HBr. Ce sont là des résultats d'une modification secondaire, la modification primaire devant conduire au bromométhylate $(C^6H^5)^2CH - N(CH^3)^3Br$, produit normal de la réaction. Mais, en présence de l'alcool méthylique, ce sel se détruit comme l'indique l'équation

$$(C^6H^5)^2CH - N(CH^3)^3Br + CH^3OH = (C^6H^5)^2CHOCH^3 + (CH^3)^3N, HBr.$$

Cette action décomposante est propre aux composés hydroxylés.

L'instabilité de la N-diméthylbenzhydrylamine est sous la dépendance de la liaison directe du groupe $(C^6H^5)^2CH-$ avec l'atome d'azote; on trouve une instabilité plus marquée encore chez les amines dérivées d'un méthyle trisubstitué $\begin{matrix}C^6H^5\\C^6H^5\\R\end{matrix}\Big\rangle C$ (R = reste cyclique). M. Sommelet a observé que l'amine répondant à la constitution $(C^6H^5)^2CH - CH^2 - N(CH^3)^2$ ne s'unit plus à CH^3I, même à froid, et en présence de benzène, sans altération. L'anhydride acétique la décompose rapidement. Dans l'un et l'autre cas, la partie azotée de la molécule se sépare de la partie hydrocarbonée, cette dernière se retrouvant sous forme de diphényléthylène dissymétrique. L'extension de cette étude permet d'envisager d'intéressants résultats. M. Sommelet a, d'ailleurs, résolu le problème de la préparation synthétique des amines du type indiqué plus haut.

On doit encore à M. **Sommelet** un mode opératoire particulier qui fait de la réaction primitive de Cambier et Brochet le procédé de choix pour la préparation de la monométhylamine.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

FONDATION CAHOURS.

(Commissaires : MM. Schlœsing, A. Lacroix, Le Chatelier, Béhal, Urbain, Desgrez, Matignon; Bertrand, rapporteur.)

La Commission propose de partager les arrérages de la Fondation entre M. **Henri Moureu**, assistant de Chimie organique au Collège de France,

pour ses recherches sur la tautomérie des dicétones α et M. **Raymond Quélet**, assistant à la Faculté des sciences de Clermont-Ferrand, pour ses travaux sur certains dérivés du benzène.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX BERTHELOT.

(Commissaires : MM. Schlœsing, A. Lacroix, Le Chatelier, Béhal, Urbain, Bertrand, Desgrez, Matignon.)

Le prix n'est pas décerné.

PRIX HOUZEAU.

(Commissaires : MM. Schlœsing, A. Lacroix, Le Chatelier, Béhal, Urbain, Bertrand, Desgrez; Matignon, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M **André Travers**, directeur de l'Institut de Chimie de Nancy, pour l'ensemble de ses travaux sur la Chimie minérale et la Chimie analytique.

M. Travers s'est distingué par un bel ensemble de travaux les plus variés dans le domaine de la Chimie minérale et tout particulièrement en Chimie analytique. Il est, à l'heure actuelle, l'un des analystes les plus qualifiés.

Ses premiers travaux se rapportent surtout au dosage des éléments contenus dans les fontes, fers et aciers; pour la plupart de ces éléments, il a donné des méthodes nouvelles, rapides et précises.

Je citerai en particulier la détermination quantitative du manganèse, du chrome, du molybdène, du tungstène, du vanadium, du tantale, du zirconium, du phosphore et du silicium.

M. Travers s'est occupé également de la séparation de l'étain et du tungstène dans les wolframs stannifères, du dosage si délicat du fluor en présence de la silice, de la détermination de l'antimoine.

Les études analytiques de M. Travers sont caractérisées par le fait que ses procédés sont déduits généralement d'études chimiques préliminaires qui en expliquent le mécanisme; ce ne sont pas des procédés purement empiriques dont la valeur est fixée par l'expérience, mais dont l'explication reste obscure.

M. **Travers** paraît s'être attaché aux problèmes les plus difficiles de la Chimie minérale. Avec M[lle] Perron, il a apporté une belle contribution à nos connaissances sur les phosphates; avec M. Malaprade, des études nouvelles sur l'acide molybdique et les molybdates, et la mise au jour d'une nouvelle catégorie de fluoborates; avec M. Schnoutka, il a fixé les conditions de stabilité des aluminates alcalino-terreux; avec M. de Goloubinoff, il a repris l'étude des briques de silice et apporté des données nouvelles sur la question; avec M. Houot, il a précisé l'analyse des alliages d'imprimerie et les conditions de leur trempe.

De l'étude de l'équilibre ionique dans les solutions contenant de l'alumine et de l'acide fluorhydrique, il a déduit une méthode extrêmement élégante pour reconnaître la présence de l'alumine libre. Il a pu ainsi étudier la décomposition du kaolin sous l'influence de la température.

La Commission a jugé à l'unanimité que cet ensemble de travaux justifiait largement l'attribution du prix Houzeau.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

PRIX DELESSE.

(Commissaires : MM. A. Lacroix, Barrois, Douvillé, Wallerant, Termier, L. de Launay, Joubin; Cayeux, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Marius Dalloni**, professeur à la Faculté des sciences d'Alger, pour son œuvre géologique sur le Nord de l'Espagne et l'Algérie.

L'œuvre géologique de M. M. Dalloni porte, à la fois, sur le Nord de l'Espagne et sur l'Algérie.

Depuis 1906, il étudie la géologie des Pyrénées espagnoles, c'est-à-dire la portion la plus étendue de la chaîne et, en même temps, la plus mal connue. De ses explorations, il a tiré les éléments de sa thèse sur les

montagnes du Haut-Aragon et d'un mémoire en cours d'impression sur les Pyrénées catalanes.

En Algérie, il poursuit depuis 1905 l'exploration détaillée d'une vaste région, correspondant au Tell oranais, dont il a pu classer le Crétacé bathyal, en dépit d'une tectonique compliquée; il a découvert l'Oligocène marin avec une faune abondante, et procédé à l'étude minutieuse des dépôts néogènes, admirablement développés en Oranie ; etc. Dans le domaine économique, auquel les pouvoirs publics attachent une importance toute spéciale en Algérie, il a publié un mémoire sur la géologie du pétrole et la recherche des gisements pétrolifères en Algérie, des études sur l'alimentation en eau potable de la ville d'Alger et autres centres, sur les sources thermales et minérales; etc.

Bref, l'œuvre de M. **Dalloni** est de celles qui méritent depuis longtemps une récompense de l'Académie.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX FONTANNES.

(Commissaires : MM. A. Lacroix, Douvillé, Wallerant, Termier, L. de Launay, Joubin, Cayeux; Barrois, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. l'abbé **Alfred Carpentier**, professeur à l'Institut catholique de Lille, pour ses travaux de paléobotanique.

Il est rare que le prix de paléontologie de l'Académie (Prix Fontannes) soit décerné à un savant qui se soit distingué à la fois dans l'étude des animaux et dans celle des plantes des temps géologiques : tel est le mérite du lauréat de cette année.

M. A. Carpentier, grâce à des recherches attentives très approfondies et guidé par de solides connaissances géologiques, est arrivé à découvrir dans une des régions de France le plus et le mieux étudiée par les géologues, des faunes et des flores entières qui avaient échappé à ses devanciers. Telles sont les curieuses faunes de Crustacés, Schizopodes et Phyllocarides du Dinantien de l'Avesnois, telles les riches flores du Wealdien de la bordure ardennaise.

Il fit connaître en un excellent mémoire, accompagné de nombreuses planches, les caractères des Phyllocarides français et montra leurs rapports avec ceux d'un gisement célèbre écossais, découvert par Peach.

La flore de Féron-Glageon fut l'objet aussi d'une importante monographie accompagnée de 25 planches. Avant cette publication nous ne connaissions rien, absolument rien, de la flore wealdienne de notre pays. Nous savons aujourd'hui qu'elle était abondante, variée et composée essentiellement de Conifères et de Cycadophytes auxquelles étaient associées quelques Gingkoginées et des Fougères.

C'est cependant dans l'étude des plantes plus anciennes, recueillies par lui dans les bassins houillers de Valenciennes, de la Basse-Loire et de l'Anjou, que M. A. Carpentier a acquis les titres les plus hauts à l'estime et à la reconnaissance du monde scientifique. L'étude de la répartition de ces plantes fossiles lui permit d'établir sur des bases nouvelles la synonymie des veines de charbon d'Anzin, de part et autre du cran de retour de ce bassin. Ses recherches dans la concession de Béthune ne furent pas moins fécondes; là encore il arriva, par l'importance de ses récoltes et la précision de ses déterminations, à rendre d'éminents services à la prospection et au classement des veines de charbon de ces houillères.

Mais c'est par-dessus tout dans le domaine de la science pure que M. A. Carpentier s'est le plus distingué, en abordant les problèmes les plus ardus de l'histoire des plantes et de leur généalogie. L'origine des plantes terrestres se perd dans la nuit des temps primaires : il la rechercha dans le Dévonien de la Loire-Inférieure, chez les Psilophytons, plantes qui, au cours des temps géologiques, ont évolué en divergeant d'un côté vers les Lycopodiales et de l'autre vers les Filicales.

Le nombre de ces dernières était immense à l'époque carbonifère, et l'accumulation de leurs débris donnait naissance au charbon.

Elles furent en tous pays l'objet de descriptions savantes; mais tandis que l'on s'accordait à ranger la plupart de leurs frondes parmi les Fougères, les caractères anatomiques des tiges rencontrées dénotaient le grand développement des Cycadées, et l'étude des inflorescences, des graines houillères aboutissait de son côté à l'établissement de nombreux types génériques nouveaux. Il fallut une découverte heureuse, dont Zeiller a entretenu l'Académie, pour apprendre que tous ces débris à affinités diverses se trouvaient être en réalité les membres mêmes, établis sur un plan nouveau, des prétendues Fougères houillères.

Ainsi les deux embranchements fondamentaux des Phanérogames et des Cryptogames, entre lesquels les classificateurs avaient partagé les formes du monde végétal, se montraient fusionnés parmi les plantes qui ont contribué à former le charbon. Un fait fondamental pour l'histoire de la vie à la surface

du globe terrestre était entrevu, il restait à l'établir sur des bases solides et à montrer sa généralité.

Il fallait pour cela trouver dans la mine même des inflorescences, mais ces inflorescences sont de si petite taille et si déformées qu'elles échappent toujours à l'attention du mineur; il fallait de plus les trouver en connexion avec les tiges et les feuilles qui les avaient portées lors de leur épanouissement. Il n'est pas de recherche plus ardue, plus délicate, plus méritante, pour un paléontologiste, que celle de ces introuvables fossiles, dans les mines : M. A. Carpentier y a excellé et nul n'a été plus heureux que lui dans cette voie.

Les botanistes savent aujourd'hui que les *Sphærostoma*, *Lagenostoma*, *Calymmathotheca*, *Lagenospermum*, *Zeilleria*, sont des graines d'espèces déterminées de *Sphenopteris*, *Trigonocarpus*, des graines d'*Alethopteris*, *Hexapterospermum*, de *Nevropteris*; que les *Telangium*, *Urnatopteris*, *Dactylotheca*, *Sphyropteris* sont les organes mâles de divers *Sphenopteris*, les *Whitleseya*, des *Lonchopteris*, les *Potoniea*, des *Nevropteris*.

Par ces découvertes où M. **A. Carpentier** a pris une part si honorable, les belles frondes des plantes houillères si longtemps rapportées aux Fougères dans nos musées, sont actuellement réparties entre les deux groupes des Fougères vraies et des Pteridospermées, les plus inférieures de toutes les plantes phanérogames connues dont les organes reproducteurs, au lieu d'être groupés en cônes, étaient simplement portés par les feuilles.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX VICTOR RAULIN.

(Commissaires : MM. A. Lacroix, Barrois, Douvillé, Wallerant, Termier, Joubin, Cayeux; L. de Launay, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Pierre Bonnet**, assistant de Géologie à la Faculté des Sciences, pour ses travaux géologiques sur l'Arménie, entrepris et menés à bien dans des conditions particulièrement difficiles.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX JOSEPH LABBÉ.

(Commissaires : MM. A. Lacroix, Barrois, Douvillé, Wallerant, Termier, L. de Launay, Depéret, Joubin, Cayeux.)

Le prix est reporté à 1930.

BOTANIQUE.

PRIX DESMAZIERES.

(Commissaires : MM. Bouvier, A. Lacroix, Costantin, Lecomte, Dangeard, Gabriel Bertrand, Molliard, Blaringhem; Mangin, rapporteur.)

Votre Commission n'a retenu pour le prix Desmazières que le travail important de MM. l'abbé **Hubert Bourdot** et **Galzin**, les *Hyménomycètes de France,* consacré spécialement aux Hétérabasidiés (Urédinées exclues), et aux Homobasidiés Gymnocarpes.

Ce travail n'est pas une simple compilation des observations déjà faites, c'est une œuvre originale où les auteurs ont revu et vérifié les diverses espèces et introduit un très grand nombre d'espèces nouvelles. Les descriptions très précises sont accompagnées de Notes explicatives qui révèlent chez les auteurs, avec un sens critique très sûr, une connaissance approfondie des matériaux mis en œuvre. Des clés dichotomiques facilitent la distinction des espèces.

M. Galzin, collaborateur de M. l'abbé Bourdot, mourut en 1925, et ce dernier termina seul l'œuvre commencée, dont l'étendue et le grand intérêt ont amené votre Commission à attribuer le prix Desmazières à M. l'abbé **Hubert Bourdot**.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX MONTAGNE.

(Commissaires : MM. Bouvier, A. Lacroix, Mangin, Lecomte, Dangeard, Gabriel Bertrand, Molliard, Blaringhem; Costantin, rapporteur.)

La Commission propose de décerner :

Un prix de 1000fr à M. **Pierre Dangeard**, assistant de botanique à la Faculté des sciences;

Un prix de 500fr à M. **Robert Potier de la Varde**, capitaine en retraite.

Dans un mémoire intitulé : « Recherches sur les *Bangia* et les *Porphyra* », M. **Pierre Dangeard** s'est livré à une étude attentive et bien conduite de la cytologie et de la reproduction de ces plantes dont il a eu la bonne fortune, au moins pour le premier genre, de découvrir une station atlantique fertile, sur la côte de Quiberon. Grâce à cela, il a pu préciser les caractères morphologiques des diverses parties : chromatophore, pyrénoïde, amidon, mitochondries (rudimentaires ou absentes), noyau, etc. Ce dernier organe se divise par karyokinèse avec deux chromosomes et non pas par un mode intermédiaire entre la mitose et l'amitose.

Les gamètes mâles chez les deux genres, aussitôt fixés sur les organes femelles, émettent un fin prolongement cytoplasmique qui perfore la membrane pectosique, puis le noyau mâle suit et vient se fusionner avec le noyau femelle. Dans les frondes de *Porphyra umbilicalis* var. *linearis* les pseudotrichogynes sont absents. La réduction chromatique s'opérerait à la germination de l'œuf au moment de la formation des carpospores, par conséquent d'après le type des Floridées haplobiontes (*Scinaia*, *Nemalion*).

Les recherches de M. Pierre Dangeard ont aussi porté sur l'origine des vacuoles. Il y expose la conception qu'il n'y a pas de cellules sans vacuoles et il soutient l'idée de la permanence de ces éléments.

L'activité scientifique de M. Pierre Dangeard s'est également orientée vers la description de la flore du phytoplancton marin. Il a participé à plusieurs croisières du Dr Charcot à bord du « *Pourquoi-Pas?* » Par l'examen systématique des Péridiniens, il a constaté qu'il se produit, à l'entrée de la Manche une destruction des formes océaniques. Ce phénomène serait dû à la présence d'une certaine proportion de produits nocifs dans les eaux de la Manche qui feraient périr les espèces pélagiques. Un grand mémoire du même auteur se rapporte à l'examen du phytoplancton (Péri-

diniens et Diatomées) recueilli au cours de la croisière du « *Sylvana* » dans la mission du comte J. de Polignac-Louis Gain. Le bâtiment de cet explorateur a été jusqu'à la côte de la Guinée portugaise en visitant Madère, les Canaries, les îles Bissagos, les îles du Cap Vert et les Açores.

L'étude approfondie faite ainsi des Péridiniens a conduit M. Pierre Dangeard à préciser les variations curieuses du genre *Peridinium;* elles ne donnent, dans certains cas, naissance qu'à des formes anormales tout à fait rares; dans d'autres exemples, ce sont des variétés nouvelles comme le *Peridinium ovatum* var. *major*, propre à l'Atlantique.

Les travaux bryologiques de M. **Robert Potier de la Varde** sont considérables. Ils ont porté, dans ces dernières années, surtout sur la flore de l'Afrique tropicale française; le mémoire sur les Mousses de l'Oubangui est particulièrement important, mais ses recherches ont porté aussi sur l'Afrique anglaise, le Natal et la Tunisie (en tout quinze mémoires et notes). L'exploration de l'Asie tient également une grande place dans l'œuvre de M. Potier de la Varde; il a étudié la flore bryologique de l'Annam, du Cambodge, de la Chine, de l'Inde (onze notes). Spécialisé dans une partie de la science où les adeptes sont rares, sa compétence dans un domaine difficile est solidement établie.

Ses investigations ont également porté sur les Mousses françaises où il a fait des découvertes intéressantes (*Marsupella Sprucei* dans les Côtes-du-Nord, *Cephalozia macrostachya* dans la Manche, etc.) (en tout vingt-trois notes).

Enfin la tératologie et l'hybridation des Muscinées ont retenu son attention; il a prouvé ainsi que son esprit pouvait s'intéresser aux problèmes de la Biologie générale.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX THORE.

(Commissaires : MM. Bouvier, A. Lacroix, Mangin, Costantin, Lecomte, Dangeard, Gabriel Bertrand, Blaringhem; Molliard, rapporteur.)

Les travaux de M. **Charles Douin**, relatifs à divers points de la structure des Muscinées, ont retenu l'attention de votre Commission; les principaux ont trait à la constitution des Marchantiées, dont on connaît la complication; se basant sur des faits de régénération du thalle et sur l'existence d'anomalies, l'auteur a été amené à une nouvelle théorie des initiales dans les plantes considérées; s'il reste place à la discussion sur certains points, on est du moins en présence de très nombreux faits méticuleusement observés et qui correspondent à de longues recherches dignes d'encouragement.

M. **Charles Douin** a également étudié le développement de la feuille des Mousses, celui de l'involucre des Hypnacées, la disposition des feuilles et des ramifications chez les Sphaignes; l'importance de ces observations a conduit votre Commission à vous proposer à l'unanimité l'attribution du prix Thore à leur auteur.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX DE COINCY.

(Commissaires : MM. Bouvier, A. Lacroix, Mangin, Costantin, Dangeard, Gabriel Bertrand, Molliard, Blaringhem; Lecomte, rapporteur.)

M. **Paul Dop**, actuellement professeur de botanique à la Faculté des sciences de Toulouse, a consacré à la flore pyrénéenne d'une part, et à la flore des colonies françaises d'autre part, un ensemble important de travaux. A la *Flore générale de l'Indochine*, en cours de publication, il a apporté une très utile collaboration en traitant les familles suivantes : Malpighiacées, Loganiacées, Gentianacées, Bignoniacées, Verbénacées, Vacciniacées, Éricacées, Épacridacées et, au sujet des études poursuivies sur ces diverses familles végétales, il a publié des notes et mémoires complémentaires relatifs à la systématique, de même qu'à divers points de géographie botanique ou de biologie florale. Il est aussi l'auteur de plusieurs notes sur des Rubiacées de Madagascar et l'on peut dire qu'il est actuelle-

ment l'un des botanistes ayant contribué le plus efficacement et avec le plus de persévérance à faire connaître la flore des colonies françaises et spécialement de l'Indochine et de Madagascar.

D'autre part M. Paul Dop n'a pas négligé la flore française et il a consacré un certain nombre de notes à la flore et surtout à la géographie botanique de la région pyrénéenne.

Enfin M. Paul Dop est avec M. Albert Gautié l'auteur d'un *Manuel de technique botanique* dont une deuxième édition considérablement augmentée vient de paraître et qui, par une documentation abondante et sûre, rend journellement des services signalés à tous les travailleurs, maîtres ou étudiants, qui poursuivent des recherches d'histologie ou de microbie végétales.

Pour l'ensemble de ses travaux, la Commission propose de décerner à M. **Paul Dop** le prix de Coincy de botanique pour l'année 1929.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX CUVIER.

(Commissaires : MM. A. d'Arsonval, Bouvier, A. Lacroix, Douvillé, Marchal, Mesnil, Gravier, Caullery; Joubin, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Émile Topsent**, professeur de zoologie à la Faculté des sciences de Strasbourg.

M. Topsent a fait un certain nombre de travaux sur des animaux de groupes divers, mais a surtout trouvé dans l'étude des Spongiaires un vaste champ d'investigations.

A plusieurs reprises, il s'est occupé des Clionides, de leur faculté d'entailler coquilles, polypiers et roches calcaires pour s'y creuser un abri, de la structure spéciale que cette adaptation leur imprime et des degrés de simplification qu'elle permet de leurs squelettes. Il en a tiré les premiers exemples de styloprothèse et relevé, tant dans les adultes que dans les

larves, les marques les plus apparentes de l'évolution des Monaxonellides.

Entreprenant une monographie des Éponges des côtes de France, il en a donné trois fascicules et des notes et mémoires fragmentaires au cours de recherches prolongées sur la faune de la Méditerranée occidentale.

Entre temps, il a procédé à l'étude des matériaux provenant de nombreuses expéditions scientifiques, en particulier celles de la *Belgica*, du *Français*, de la *Scotia* et du *Pourquoi-Pas?* qui ont révélé la richesse de l'Antarctique en Hexactinellides.

C'est la mise en œuvre des collections du Prince Albert I[er] de Monaco qui a fait l'objet de ses publications les plus étendues; elles forment quatre volumes dont le dernier paru apporte une très importante contribution à la connaissance des Spongiaires de l'Atlantique Nord et présente une mise au point de la classification, rendue possible par une série de révisions auxquelles il s'était astreint au préalable.

Mettant à profit sa présence à Strasbourg, M. **Topsent** a fait valoir ce qu'il y a trouvé des échantillons qui avaient servi aux travaux fondamentaux d'O. Schmidt. Il a maintenant entrepris l'examen microscopique et la publication illustrée des Éponges de Lamarck conservées au Muséum.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

FONDATION SAVIGNY.

(Commissaires : MM. A. d'Arsonval, Bouvier, A. Lacroix, Douvillé, Marchal, Joubin, Mesnil, Gravier; Caullery, rapporteur.)

La Commission propose à l'unanimité de décerner le prix de la fondation Savigny à M. **Henri Gauthier**, assistant à la Faculté des sciences d'Alger, pour les recherches ayant fait l'objet de sa Thèse de doctorat ès sciences (*Recherches sur la faune des eaux continentales de l'Algérie et de la Tunisie*, 1 volume grand in-4° de 419 pages avec 60 figures, 3 planches et 1 carte).

Ce travail est le premier qui envisage d'une façon générale et méthodique la population des eaux continentales de la Berbérie. La récolte des matériaux a exigé 30000^{km} d'itinéraires, la moitié environ en chemin de fer, l'autre moitié à motocyclette, à cheval ou à pied. Beaucoup des collections d'eau étudiées ont été découvertes une à une, sur de vagues renseignements obtenus sur place. Les récoltes planctoniques ont été étudiées par des méthodes de dénombrement précises et uniformes. L'étude en a été à la fois quali-

tative et quantitative, les espèces ont été déterminées par l'auteur dans un certain nombre de groupes, par des spécialistes dans les autres.

Ces recherches ont naturellement tenu grand compte des saisons. Il s'en dégage des données générales se rattachant à l'absence de précipitations atmosphériques pendant l'été sur une partie considérable de l'aire explorée, ce qui donne à la plupart des collections d'eau un caractère temporaire et détermine des zones nettement distinctes suivant le taux annuel total des pluies. Il est vraisemblable que ces résultats trouveraient une extension dans une étude parallèle des divers domaines steppiques circumméditerranéens.

Ces indications suffisent à montrer l'intérêt et l'ampleur des recherches de M. Gauthier. Elles l'ont occupé pendant plus de six années et il est bon de dire que l'auteur a supporté presque entièrement, sur ses maigres appointements, les frais considérables occasionnés par le parcours des régions explorées et par la publication de son volumineux mémoire. Il a semblé à la Commission qu'en dehors de la valeur des résultats, l'exécution même de ce travail attestait chez M. **Henri Gauthier** une foi scientifique qui méritait d'être récompensée par l'attribution du prix Savigny.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Branly, Richet, Quénu, Leclainche, Mesnil; d'Arsonval, Roux, Bazy, Vincent, Calmette, Achard, rapporteurs.)

La Commission propose de décerner :

Un prix de 2500^{fr} à M. **Gaston Cotte**, professeur agrégé à la Faculté de médecine, pour son ouvrage intitulé : *Troubles fonctionnels de l'appareil génital de la femme;*

Un prix de 2500fr à MM. **David** et **Jean Olmer**, pour leur ouvrage intitulé : *La fièvre exanthématique* (*Typhus endémique d'été*);

Un prix de 2500fr à M. **Francis Rathery**, professeur de pathologie expérimentale à la Faculté de médecine, pour son ouvrage intitulé : *Physiologie des reins;*

Une mention honorable de 1500fr à M. **Charles Joyeux**, agrégé de la Faculté de médecine, pour son ouvrage intitulé : *Hygiène de l'Européen aux colonies;*

Une mention honorable de 1500fr à M. **Camille Simonin**, chef des travaux de médecine légale à la Faculté de Strasbourg, pour son mémoire intitulé : *Recherches toxicologiques médico-légales et judiciaires sur l'intoxication alcoolique aiguë;*

Une mention honorable de 1500fr à Mlle **Suzanne Guéry**, interne des hôpitaux, pour ses travaux sur une *nouvelle méthode ausculatoire et appareillage pour l'étude de la tension artérielle.*

Rapport de M. Bazy *sur l'ouvrage de M.* **Gaston Cotte.**

Le livre du Dr **Gaston Cotte** est intitulé : *Troubles fonctionnels de l'appareil génital de la femme.*

C'est un ouvrage dont il n'existe pas de type semblable ni en France ni à l'étranger; il résume les recherches que l'auteur poursuit depuis plus de dix ans.

Il synthétise les tendances qu'ont maintenant et heureusement un certain nombre de chirurgiens à penser — et par conséquent à agir — en physiologistes et biologistes, et non pas seulement en anatomistes et anatomopathologistes, d'où résulte un progrès notable pour la physiologie normale. Dans cet ordre d'idées, M. **Cotte** apporte des notions personnelles et des opérations nouvelles telles que les opérations sur le sympathique pelvien et le nerf pré-sacré.

Rapport de M. Roux *sur l'ouvrage de MM.* **David** *et* **Jean Olmer.**

M. le professeur **D. Olmer** a observé à Marseille, depuis 1922, une fièvre éruptive ressemblant assez au typhus exanthématique pour qu'on l'ait appelée typhus exanthématique d'été. MM. D. et J. Olmer ont recueilli, jusqu'à présent, 63 observations de cette maladie; ils ont fait de cette affection une étude clinique et expérimentale. Le virus existe dans le sang puisque

celui-ci injecté à des macaques leur a donné une maladie fébrile transmissible de singe à singe. La fièvre exanthématique d'été pouvait d'autant mieux être confondue avec le typhus bénin (maladie de Brill) que, dans quelques cas, le sérum du sang des malades donnait la réaction de Weill-Félix.

Les auteurs ont montré que le cobaye sensible au virus du thyphus exanthématique est réfractaire à celui de la fièvre qu'il ont observée. Ils ont fait voir, avec le concours du Dr Burnet, que les singes ayant eu le typhus vrai, prennent la fièvre de Marseille et que les singes guéris de la fièvre de Marseille contractent le typhus comme les singes témoins. Les deux maladies sont donc causées par des virus différents.

La Commission propose d'attribuer un des prix Montyon à l'intéressant travail de MM. **D.** et **J. Olmer**.

Rapport de M. Achard *sur l'ouvrage de M.* **Francis Rathery**.

M. **Rathery** a écrit pour le *Traité de Physiologie normale et pathologique* dirigé par M. Roger un chapitre considérable, de plus de 450 pages, sur les fonctions du rein.

Il y a exposé les théories aussi nombreuses que variées qui ont été proposées pour expliquer la formation de l'urine et dont aucune n'est encore à l'heure actuelle parfaitement claire. Mais les faits connus sont classés avec méthode et avec la critique qu'ils comportent.

A cette partie fondamentale de la physiologie du rein s'ajoutent des chapitres sur les ligatures temporaires des vaisseaux sanguins et des uretères, sur la glycosurie phlorizique, sur la transplantation des reins et sur leur sécrétion interne.

Au cours de tous ces exposés, M. Rathery a non seulement passé en revue les travaux des divers auteurs, mais apporté aussi en bien des points une contribution personnelle, notamment en ce qui concerne le rôle des glomérules, les altérations épithéliales des tubuli, l'action des diurétiques, la perfusion du rein, les néphrotoxines.

A l'appui de sa candidature, M. **Rathery** a déposé en outre un exposé de ses titres qui témoigne de la grande activité scientifique de ce travailleur laborieux et de la variété des sujets qu'il a étudiés.

Son important travail sur la physiologie du rein me paraît mériter d'être récompensé par l'attribution d'un prix.

Rapport de M. Calmette *sur l'ouvrage de M.* **Charles Joyeux.**

L'auteur a réuni avec beaucoup de méthode dans cet ouvrage toutes les notions utiles à faire connaître aux colons, aux soldats et aux missionnaires qui sont appelés à servir ou à se fixer dans les pays tropicaux. Les jeunes gens qui n'ont pas encore l'expérience de la vie coloniale peuvent y trouver, exposés sous une forme claire et précise, les renseignements et les conseils qui leur permettront de se maintenir en bonne santé et de lutter efficacement contre les influences déprimantes des climats chauds. Ce petit livre n'a rien d'original, mais la grande compétence de son auteur qui a séjourné longtemps en Afrique occidentale et qui est un savant parasitologue très distingué, rend son utilité incontestable.

La Commission est d'avis de lui attribuer une mention Montyon.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX BARBIER.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Roux, Branly, Richet, Quénu, Leclainche, Bazy, Vincent, Calmette, Achard; Mesnil, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à MM. **Prosper Merklen**, professeur à la Faculté de médecine de Strasbourg, et **Maurice Wolf**, chef de laboratoire à la Faculté de médecine de Strasbourg, pour l'ensemble de leurs travaux sur l'anatomie et la pathologie du tissu réticulo-endothélial et du sytème monocytaire.

Votre Commission a retenu pour ce prix l'ensemble des travaux soumis à son jugement par MM. Pr. Merklen et M. Wolf, et qui portent sur les réactions physio-pathologiques du système réticulo-endothélial.

La conception d'Aschoff et Landau de ce système n'est que l'extension du système des macrophages de Metchnikoff, ainsi que le professeur Aschoff le proclame lui-même. MM. **Merklen** et **Wolf** précisent la notion du *monocyte*, cellule mononucléaire granuleuse des tissus et du sang. Ils distinguent la *monocytose réticulaire* (par exemple la fièvre typhoïde avec son hypersplénie) et la *monocytose endothéliale* (type endocardite maligne lente). Ils apportent des faits concernant la fonction leucopoiétique du système et aussi les hémorragies d'origine réticulaire (manque de thrombo-

gène; maladie de Gaucher). Enfin, et c'est la partie la plus originale de leur travail, ils différencient ce qu'ils appellent les *leucémies à monocytes*, en insistant sur leur symptomatologie, leur pathogénie et leur évolution particulières.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX BRÉANT.

(Commissaires : MM. A. d'Arsonval, Branly, Richet, Quénu, Leclainche, Bazy, Vincent, Calmette, Achard; Roux, Mesnil, rapporteurs.)

La Commission propose de décerner :

Un prix de 3000fr à **Marcel Leger**, ancien directeur de l'Institut Pasteur de Dakar, pour l'ensemble de ses travaux relatifs à la peste;

Un prix de 2000fr à MM. **Pierre Lereboullet**, professeur à la Faculté de médecine, et **Georges Boulanger-Pilet**, chef de clinique à la Faculté de médecine, pour leur ouvrage intitulé : *Manuel clinique et thérapeutique de la diphtérie*.

Rapport de M. Mesnil *sur les travaux de* M. **Marcel Leger**.

De son importante œuvre d'épidémiologie coloniale, le Dr **Marcel Leger** a détaché, pour le soumettre au jugement de l'Académie, tout ce qui est relatif à la *peste*.

C'est surtout au Sénégal, où il dirigea l'Institut de Biologie de Dakar, que M. Leger a recueilli un certain nombre de faits nouveaux et intéressants.

Il a reconnu que la peste pulmonaire primitive n'est pas toujours mortelle au Sénégal; elle est justiciable d'une sérothérapie intensive.

Il existe plus d'une forme fruste ou atténuée de la peste. Il y a une *pestis minor* du type pulmonaire. Il y a des *porteurs chroniques* du bacille pesteux; ils conservent dans leurs ganglions le virus bien après leur guérison clinique. Il y a enfin des *porteurs sains* parmi les indigènes pris au hasard dans la zone endémique : on peut retirer des ganglions un bacille virulent.

Par la constatation d'un grand nombre d'animaux parasités, par la réceptivité aux infections expérimentales, M. Leger établit que la musaraigne est vraiment un réservoir de virus; elle joue son rôle dans les épidémies de cases.

Enfin, M. Leger reconnaît la sensibilité de la chauve-souris, qui en fait un animal réceptif commode.

Votre Commission vous propose d'attribuer, sur les arrérages de la fondation Bréant, 3000fr à M. **Leger** avec le titre de lauréat.

Rapport de M. Roux *sur l'ouvrage de MM.* **Pierre Lereboullet** et **Georges Boulanger-Pilet**.

MM. **Lereboullet** et **Boulanger-Pilet** ont envoyé au concours pour les prix de Médecine un ouvrage ayant pour titre *Manuel clinique et thérapeutique de la diphtérie*. Les auteurs ne se sont pas contentés de résumer les recherches qui ont si heureusement complété nos connaissances sur l'étiologie, le traitement de la prévention de la diphtérie, ils exposent aussi les résultats de leur expérience personnelle et les travaux qu'ils ont poursuivis, depuis huit années, à l'hôpital des Enfants malades. Les parties originales de leur ouvrage se rapportent à l'immunisation spontanée occulte qui s'observe dans les milieux hospitaliers, au traitement des angines diphtériques malignes, à l'emploi des sérums désalbuminés et à l'immunisation préventive par l'anatoxine. Ils ont organisé à l'hôpital des Enfants malades un centre de vaccination contre la diphtérie, où plus de 15000 enfants ont été immunisés.

La Commission propose d'attribuer à MM. **Lereboulet** et **Boulanger-Pilet** une somme de 2000fr sur les arrérages du prix Bréant.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX GODARD.

(Commissaires : MM. A. d'Arsonval, Roux, Branly, Richet, Quénu, Leclainche, Mesnil, Vincent, Calmette, Achard; Bazy, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **François Aman-Jean**, docteur en médecine, pour son ouvrage intitulé : *La région thoraco-lombaire, anatomie pour les voies d'abord du rein.*

Le mémoire de M. **Aman-Jean** est intitulé *La région thoraco-lombaire*, anatomie pour les voies d'abord du rein (étudiée plan par plan). C'est une étude très complète de la région qui a été, on le voit, le résultat de nombreuses dissections de l'auteur, dissections faites avec choix, avec

méthode, qui ont exigé un travail considérable et qui mettent au point l'étude de la région qui nous intéresse.

C'est un très bon travail d'un très grand travailleur, et qui me paraît digne du prix Godard.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX MÈGE.

(Commissaires : MM. A. d'Arsonval, Roux, Branly, Richet, Quénu, Bazy, Mesnil, Vincent, Achard; Calmette, rapporteur.)

La Commission propose d'attribuer le prix à M. **René Monceaux**, chef de laboratoire à l'hôpital Cochin, pour son ouvrage intitulé : *Troubles des échanges nutritifs dans la tuberculose pulmonaire.*

Synthèse des travaux nombreux que l'auteur a déjà publiés sur ce sujet dans divers recueils scientifiques. C'est une œuvre considérable de chimiste-biologiste, qui apporte quelques clartés dans une série de questions relatives au terrain tuberculeux ou tuberculisable.

M. **Monceaux** a particulièrement bien étudié les échanges azotés et le métabolisme protéique chez les sujets atteints de tuberculose pulmonaire du service du D[r] Pissavy à l'hôpital Cochin. Ses recherches personnelles occupent une grande place dans ce livre.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX BELLION.

(Commissaires : MM. A. d'Arsonval, Roux, Branly, Richet, Quénu, Leclainche, Bazy, Mesnil, Calmette, Achard; Vincent, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Paul Chavigny**, Médecin général de l'armée, pour ses mémoires intitulés : *La peur aux armées en campagne. Sa médecine légale. Guerre de* 1914-1918 *et brûlures par coup de feu.*

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX DU BARON LARREY.

(Commissaires : MM. A. d'Arsonval, Roux, Branly, Richet, Quénu, Leclainche, Bazy, Mesnil, Calmette, Achard; Vincent, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Joseph Uzac**, Médecin général, Directeur du service de santé du 5e corps d'armée, pour son mémoire intitulé : *Organisation médico-chirurgicale aux armées. Sa répercussion sur la prophylaxie des maladies infectieuses et sur le traitement des blessures de guerre.*

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX ARGUT.

(Commissaires : MM. Roux, Branly, Richet, Quénu, Leclainche, Bazy, Mesnil, Vincent, Calmette, Achard; A. d'Arsonval, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Robert Leroux-Robert**, chef des travaux de physiothérapie oto-rhino-laryngée de l'hôpital Saint-Louis, pour son ouvrage intitulé : *La haute fréquence en oto-rhino-laryngologie.*

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Roux, Mangin, Richet, Quénu, Mesnil, Gravier; A. d'Arsonval, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **André Strohl**, professeur de physique médicale à la Faculté de médecine, pour son ouvrage intitulé : *La conductibilité électrique du corps humain.*

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX POURAT.

(Commissaires : MM. A. d'Arsonval, Roux, Mangin, Richet, Quénu, Mesnil, Gravier; Vincent et Desgrez, rapporteurs.)

La Commission propose de décerner :

Un prix de 1000^{fr} à M. **Léon Velluz**, docteur ès sciences, pour son ouvrage intitulé : *Sur les propriétés biochimiques des liaisons éthyléniques*.

Un prix de 1000^{fr} à MM. **Henri Bulliard**, chef de travaux à la Faculté de médecine, et **Antoine Giroud**, professeur agrégé à la Faculté de médecine, pour l'ensemble de leurs travaux sur les corps sulfhydrilés de l'épiderme.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX PHILIPEAUX.

(Commissaires : MM. A. d'Arsonval, Roux, Richet, Quénu, Mesnil, Gravier; Mangin, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Louis Genevois**, maître de conférences de Chimie physiologique à la Faculté des sciences de Bordeaux, pour ses divers travaux de Biologie végétale, entre autres pour une contribution sur la fermentation et la respiration chez les végétaux à chlorophylle. Par l'emploi des méthodes macrométriques, l'auteur a étudié un certain nombre d'algues vertes monocellulaires et l'influence exercée par un certain nombre de corps : sucres, alcools, aldéhydes, et obtenu des résultats très intéressants, notamment sur les rapports qui existent entre la fermentation et la respiration et sur la réaction de Pasteur.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX FANNY EMDEN.

(Commissaires : MM. A. d'Arsonval, Roux, Mangin, Quénu, Mesnil, Gravier; Richet, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **César Baudi de Vesme**, homme de lettres, pour l'ensemble de ses travaux sur l'histoire du spiritualisme expérimental.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Émile Picard, Appell, Lecornu, Lecomte, Borel, Lebesgue; d'Ocagne, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Maurice Olivier**, contrôleur adjoint de l'administration de l'Armée, pour son ouvrage intitulé : *Les nombres indices de la variation des prix*.

Le livre de M. Maurice Olivier, intitulé *Les nombres indices de la variation des prix*, est une étude d'ensemble des problèmes de statistique théorique et de statistique appliquée que posent le calcul et l'utilisation des indices du mouvement des prix. Depuis une vingtaine d'années, ces questions ont fait l'objet de travaux importants dus surtout à des statisticiens anglais, américains et italiens parmi lesquels il suffit de citer Edgeworth, Bowley, Irving Fisher, Gini. Or, aucun exposé en langue française n'avait encore été donné des résultats de ces travaux; le livre de M. Olivier vient combler cette lacune. Mais il s'en faut que son mérite se borne à cela. L'auteur y a ajouté l'exposé de ses très intéressantes recherches personnelles sur la dispersion et la distribution des prix autour de leur moyenne, qui lui ont permis de déterminer la meilleure forme mathématique à adopter pour le

calcul des indices. Le travail de M. **Olivier** se distingue à la fois par des qualités d'érudition, de bonne ordonnance et d'originalité. La Commission le juge pleinement digne du prix Montyon de statistique.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

HISTOIRE ET PHILOSOPHIE DES SCIENCES.

PRIX BINOUX.

(Commissaires : MM. Appell, Bouvier, Bigourdan, L. de Launay, Richet, Émile Borel; Émile Picard, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Prosper-Jules Charbonnier**, inspecteur général d'artillerie navale, pour ses *Essais sur l'histoire de la balistique*.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

OUVRAGES DE SCIENCES.

PRIX HENRI DE PARVILLE.

(Commissaires : MM. Mangin, Lecornu, Émile Picard, A. Lacroix, Appell, Janet; Ch. Gravier, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Jean-Paul Bounhiol**, professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux, pour son ouvrage intitulé : *La Vie*.

L'ouvrage de M. Bounhiol est une mise au point documentée de la question si complexe des phénomènes physico-chimiques dont les animaux sont le siège. C'est une véritable synthèse des connaissances acquises jusqu'à

ce jour sur le sujet, synthèse qui sera particulièrement utile à ceux qui, désirant être renseignés sur ces phénomènes, ne peuvent songer à consulter les très nombreux Mémoires auxquels ils ont donné lieu et dont certains sont d'une lecture assez difficile. Il s'agit ici de mesures calorimétriques faites dans des conditions très spéciales et d'analyses chimiques délicates. Le livre de M. **J.-P. Bounhiol** représente le travail acharné de plusieurs années; on peut le résumer très brièvement ainsi.

Les chimismes vivants se ramènent, en dernière analyse, à une auto-oxydation, en milieu aqueux et oxygéné, des grosses molécules colloïdales à haut potentiel chimique, qui constituent le protoplasme. Cette oxydation se manifeste entre des limites de variation assez étroites de tous les facteurs physico-chimiques qui la conditionnent, limites qui encadrent les optima thermique, lumineux, électrique, etc., particuliers à chaque espèce et même à chaque individu.

Cette oxydation s'accompagne d'une libération d'énergie, soit sous forme d'énergie physiologique (pour l'assimilation constructive ou réparatrice), soit sous forme de travail mécanique locomoteur, soit sous forme de chaleur rayonnée. Le débit différant pour chaque espèce, chaque individu, chaque sexe est, d'autre part, variable à chaque instant.

Actuellement, toutes les mesures faites montrent que ce débit varie avec les facteurs physiques du milieu, mais que, la taille définitive une fois atteinte, il décroît constamment dans le temps et finit par s'annuler.

Pour chaque individu, la diminution de débit en fonction du temps définit la rapidité de son « vieillissement ». Le rythme de la décroissance varie suivant les espèces et suivant les individus. Mais aucun organisme vivant n'y échappe. Ainsi, les Protozoaires, quoi qu'on en ait dit, ne sont pas plus immortels que les autres êtres.

En s'appuyant sur ces principes, l'auteur étudie les modalités du rythme de ce qu'il appelle le « cycle dégradateur » parcouru normalement par l'animal au cours de son existence. Il insiste sur le rôle important des éléments reproducteurs à ce point de vue. Le cycle aboutit fatalement, après des vicissitudes variées, à un désamorçage des oxydations respiratoires, et, par conséquent, à la mort de l'individu. L'auteur expose des considérations intéressantes et suggestives relatives à divers problèmes physiologiques qui ont soulevé tant de discussions, notamment la mutation des espèces, la naissance et la disparition de celles-ci, la parthénogénèse, etc.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

MÉDAILLES.

MÉDAILLE BERTHELOT.

La médaille est décernée à :

M. **Daniel Florentin**, lauréat du prix Montyon des arts insalubres;
Mlle **Germaine Marchal**, lauréat d'un prix Noury;
M. **André Travers**, lauréat du prix Houzeau.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

MÉDAILLE HENRI POINCARÉ.

(Commissaires : MM. Mangin, Lecornu, A. Lacroix; Émile Picard, rapporteur.)

La Commission propose de décerner la médaille à M. **Louis de Broglie**, maître de conférences à l'Institut Henri Poincaré, pour ses travaux sur la Mécanique ondulatoire.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX FONDÉ PAR L'ÉTAT.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, A. Lacroix, Barrois, Douvillé, Termier, Dangeard; Le Chatelier, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **René Dubrisay**, directeur de l'École des manufactures de l'État et professeur au Conservatoire

des arts et métiers, qui a orienté toutes ses recherches scientifiques vers la Chimie physique.

Il a étudié la décomposition par l'eau des sels halogénés de bismuth et a apporté à cette occasion quelques vues théoriques nouvelles au sujet des équilibres dans les solutions.

Au cours de recherches sur la miscibilité des systèmes liquides, il a institué une nouvelle méthode de volumétrie physico-chimique, qui lui a permis de distinguer les différentes fonctions acides d'un corps donné, l'acide phosphorique, par exemple, et de démontrer l'existence réelle de certains sels doubles dans leurs dissolutions.

Les plus importants de ses travaux se rapportent à la Chimie capillaire et aux colloïdes. La tension superficielle à la surface de séparation de l'eau et d'une solution d'acide gras dans un liquide non miscible à l'eau est abaissée dans des proportions considérables par les plus faibles traces d'alcalis en solution dans l'eau. En partant de cette propriété, il a institué de nouvelles méthodes d'analyse physico-chimique, qui lui ont permis d'aborder de nombreux problèmes. Il a déterminé ainsi les courbes complètes de neutralisation de certains acides et mis en évidence les fonctions multiples des acides chromique, périodique et phosphorique. Il a comparé de même la force relative des divers acides gras et étudié l'influence de la température. Enfin, il a étendu l'application de ces méthodes à l'étude d'un certain nombre de problèmes industriels, tels que l'altération des verres, l'acidimétrie des vins, etc.

Il poursuit actuellement d'importantes recherches sur les phénomènes d'absorption par les colloïdes. Il a montré, contrairement à une opinion bien établie, que la chaux pouvait, à une concentration suffisamment faible, jouer le rôle de défloculent comme les alcalis proprement dits.

En tant qu'ingénieur, il a réalisé des progrès intéressants dans la fabrication des allumettes et dans celle des explosifs nitrés dérivés du phénol.

C'est l'ensemble de ces travaux, exécutés avec une grande précision et inspirés par des vues théoriques nouvelles, que votre Commission vous demande de récompenser par le Grand Prix des Sciences physiques.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX BORDIN.

(Commissaires : MM. Appell, Painlevé, Lecornu, Hadamard, Goursat, Lebesgue; Émile Picard, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Henri Bénard**, professeur à la Faculté des Sciences, pour ses travaux sur les tourbillons.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX LALLEMAND.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Bouvier, Marchal, Richet, Joubin, Mesnil; Gravier, rapporteur).

La Commission propose de décerner le prix à Mlle **Marie-Louise Verrier**, docteur ès sciences naturelles, pour son ouvrage intitulé : *Recherches sur les yeux et la vision des poissons*.

Sous le titre de *Recherches sur les yeux et la vision des poissons*, Mlle **M. L. Verrier** a publié un travail étendu, accompagné de 12 planches hors texte et de 65 figures intercalées dans le texte, qui est une étude à la fois anatomique, morphologique et physiologique des organes visuels des Poissons. La première partie du mémoire est consacrée à la morphologie de l'œil de *Salmo fario* (pris comme type de structure de l'organe chez les Poissons osseux) et à des recherches d'histologie comparée de la rétine chez une quarantaine de Téléostéens. Au point de vue de l'acuité visuelle, l'auteur insiste sur l'importance du rapport entre le nombre des cellules visuelles et le nombre des cellules ganglionnaires dans une portion déterminée de la rétine. Celle-ci offre, d'une espèce à l'autre, des variations morphologiques bien marquées, qui peuvent toutefois se ramener à quelques types, d'après la forme et la répartition des cellules visuelles. Il faut encore signaler, au point de vue anatomique, les recherches de Mlle Verrier sur le chiasma des nerfs optiques et la fovea qui existe chez certaines espèces.

Le reste du Mémoire de l'auteur est surtout d'ordre physiologique : étendue des champs de vision binoculaire et monoculaire, sensibilité à la lumière, variations de l'acuité visuelle, rapport entre la morphologie de l'œil, l'habitat et le comportement; répartition des cônes et des bâtonnets suivant le milieu, etc.

De l'ensemble de ses recherches et de ses observations, l'auteur est amenée à conclure que, chez les Poissons, il n'y a pas un rapport étroit entre la morphologie des yeux et la biologie des individus et que, chez ces animaux, le sens de la vue ne paraît pas avoir l'influence prédominante qu'on est porté à lui attribuer.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX SERRES.

(Commissaires : MM. A. d'Arsonval, Bouvier, Marchal, Richet, Quénu, Leclainche, Joubin, Mesnil, Gravier; Caullery, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à MM. **Pol Bouin** et **Paul Ancel**, professeurs à la Faculté de médecine de Strasbourg, pour leurs travaux sur le mécanisme de la différenciation des caractères sexuels secondaires.

M. P. Bouin, professeur d'histologie, et M. P. Ancel, professeur d'embryologie à la Faculté de médecine de Strasbourg, formés tous deux à l'école de Prenant à la Faculté de médecine de Nancy, où ils ont tous deux enseigné, ont dû au parallélisme de leurs carrières en les mêmes lieux de pouvoir, à côté de recherches propres à chacun d'eux, poursuivre depuis plus de 25 ans une collaboration ininterrompue sur les rapports entre la structure des glandes génitales et le développement des caractères sexuels secondaires chez les Vertébrés. Leurs recherches personnelles ont porté surtout sur les Mammifères. Ils les ont fait étendre par une série d'élèves, dont plusieurs occupent aujourd'hui des chaires magistrales, aux autres classes de Vertébrés. Ils ont fondé à cet égard une véritable école. Les conclusions qu'ils ont formulées dès 1904 ont été véritablement initiatrices sur un vaste problème, qui a donné lieu depuis à des recherches extrêmement nombreuses en tous pays, et elles ont rallié l'adhésion de biologistes et d'expérimentateurs éminents. Elles ont, il est vrai, donné lieu à des discussions parfois très vives et à des contradictions, qui peut-être ne sont pas encore totalement réduites. Il n'en reste pas moins que l'œuvre commune de MM. Bouin et Ancel représente, dans un des domaines les plus vivants de la Biologie contemporaine, un effort éminemment fécond, qu'elle a conduit à l'acqui-

sition de faits du plus haut intérêt. C'est ce que la Commission a voulu reconnaître en proposant de décerner à MM. Bouin et Ancel le prix Serres.

Dans un beau mémoire d'histologie sur le testicule des Mammifères, publié dès 1904 dans les *Archives de Zoologie expérimentale*, les auteurs distinguaient dans cet organe trois catégories fondamentales d'éléments cellulaires : la *lignée séminale* proprement dite, les *cellules de Sertoli*, à fonction nourricière (ces deux catégories localisées dans les tubes séminifères), et la *glande interstitielle*, diffuse dans le parenchyme intertubulaire, formée de cellules à caractères glandulaires en relation intime et directe avec les vaisseaux sanguins et lymphatiques du testicule. Dans ce mémoire et dans des mémoires ultérieurs, par des arguments divers, par l'étude d'anomalies telles que la cryptorchidie, par des interventions expérimentales (vasectomie, castration unilatérale, action des rayons X), ils arrivaient à la conclusion que c'est de *la glande interstitielle que dépend le développement et le maintien des caractères sexuels secondaires*, ou si l'on veut la masculinité. Le testicule agit sur le reste de l'organisme à cet égard par voie de sécrétion interne, par l'émission d'une hormone; cette hormone aurait donc sa source dans les cellules interstitielles. Cette conception a été précisée et développée dans une série de nombreux mémoires et notes. Dans ces dernières années, elle a été combattue par des arguments divers qui ne peuvent être développés ici et tendant à attribuer la production de l'hormone à la totalité des éléments du testicule. Des expériences qui paraissent décisives ont permis à MM. Bouin et Ancel d'éliminer complètement la lignée germinale du testicule et de montrer qu'en son absence complète les caractères sexuels secondaires se différencient et se maintiennent. La démonstration de la non-intervention des éléments de Sertoli ne semble pas actuellement fournie de façon aussi complète, quoique divers faits expérimentaux soient nettement en sa faveur; notamment, MM. Bouin et Ancel ont pu obtenir un eunuchoïdisme plus ou moins accentué en réalisant, par les rayons X, la destruction simultanée de la glande interstitielle et de la lignée germinale; les éléments de Sertoli, à eux seuls, ne suffiraient donc pas à la manifestation de la masculinité.

Dans le cas du sexe femelle des Mammifères, MM. Bouin et Ancel ont effectué des recherches non moins considérables et ont obtenu des résultats qui ne sont pas moins importants. Ils ont en effet été des premiers à montrer le rôle décisif et précis du corps jaune dans les modifications de la muqueuse interne préparatoires à la nidation de l'œuf, et dans la prolifé-

tion de la glande mammaire pendant la gravidité. Ils ont réalisé là une expérimentation cruciale. Par eux-mêmes ou par leurs nombreux élèves, ils ont aussi apporté une contribution essentielle à l'étude de l'action du liquide folliculaire et à la connaissance du cycle œstrien.

En somme, et sans entrer ici dans plus de détails, MM. Bouin et Ancel ont eu une part considérable et initiatrice aux progrès récents dans la connaissance des phénomènes de la sexualité chez les Mammifères. Par leurs élèves, leur action s'est étendue, non seulement dans le domaine des Mammifères, mais encore dans celui de tout l'embranchement des Vertébrés. Il y a là, dans l'ensemble, une œuvre scientifique d'une véritable ampleur, qui tient une place marquante dans les progrès récents de l'analyse des corrélatives à l'intérieur de l'organisme et dans celle de leur établissement au cours du développement. Il a donc paru à l'unanimité de la Commission tout à fait justifié de sanctionner cette œuvre par l'attribution du prix Serres à MM. **Bouin** et **Ancel**.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX PETIT D'ORMOY
(Sciences mathématiques).

(Commissaires : MM. Appell, Painlevé, Bigourdan, Lecornu, Hadamard, Émile Borel; Émile Picard, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Paul Montel**, professeur à la Faculté des Sciences de Paris, pour l'ensemble de ses travaux sur la Théorie des Fonctions.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX PETIT D'ORMOY
(Sciences naturelles).

(Commissaires : MM. Roux, Bouvier, Douvillé, Mangin, Termier, Dangeard; A. Lacroix, rapporteur.)

La Commission propose d'attribuer le prix à M. **Paul Gaubert**, sous-directeur du Laboratoire de minéralogie du Muséum national d'histoire naturelle, pour l'ensemble de son œuvre minéralogique.

Depuis près de 35 ans, M. Paul Gaubert poursuit avec une remarquable continuité de vues l'étude de deux séries de questions, la cristallogenèse et deux états intéressants de la matière cristallisée, les édifices hélicoïdaux et les liquides biréfringents.

Je ne saurais exposer dans un bref rapport tant de recherches effectuées avec beaucoup d'ingéniosité et une très grande habileté expérimentale; je ne m'occuperai que de quelques points plus particulièrement importants.

M. Gaubert a pu montrer que, contrairement aux idées en cours, l'accroissement d'un cristal n'est pas continu, mais rythmique : il résulte d'une série de dépôts successifs très minces commençant sur un point quelconque du cristal et enveloppant finalement ce dernier. C'est à ce mode d'accroissement que sont dues les faces vicinales, les figures d'accroissement qui, comme les figures de corrosion, permettent de mieux comprendre la véritable symétrie de la substance étudiée.

Les variations de facies, parfois si remarquables, des cristaux d'une même substance, sont essentiellement occasionnées par l'adsorption, pendant l'accroissement du cristal, de matières étrangères existant dans l'eau mère. Ces matières passent régulièrement dans le cristal suivant deux mécanismes différents, elles syncristallisent avec celui-ci pour former des cristaux mixtes, ou bien elles constituent des solutions solides. Cette matière étrangère est-elle colorée, elle détermine dans le cristal des phénomènes de coloration et de polychroïsme différents suivant chacun de ces cas. Les diverses faces d'un même cristal n'ont pas le même coefficient d'adsorption, et ceci explique en particulier la production de la structure en sablier et d'anomalies optiques dans certains d'entre eux.

Ces matières étrangères, ainsi intimement associées au réseau cristallin, accentuent les caractères indiquant la symétrie du cristal; elles déterminent aussi la production de macles inconnues dans les cristaux formés au sein d'un solvant pur; enfin, elles rendent détecteurs certains cristaux de minéraux (galène, pyrite, etc.) qui ne le sont pas normalement.

Toutes ces conclusions résultent d'expériences de laboratoire faites surtout sur de nombreux sels de la chimie minérale et de la chimie organique; elles trouvent de nombreuses applications en minéralogie; elles font comprendre, par exemple, la constance des formes des cristaux d'un même minéral dans un gisement déterminé ou bien l'association de formes diverses dans les cristaux d'âge différent tapissant une même géode et encore bien d'autres particularités des minéraux naturels jusqu'ici restées obscures.

Les édifices hélicoïdaux découverts dans la calcédoine par Michel-Lévy

et Munier-Chalmas et reproduits par M. Wallerant, au moyen de substances artificielles, ont fourni à M. P. Gaubert une riche moisson d'observations nouvelles. Telle est en particulier la découverte de la propriété suivante : la lumière réfléchie ou transmise, suivant la direction des fibres à enroulement hélicoïdal, est polarisée circulairement. Ce phénomène peut être rattaché à celui que présentent les liquides biréfringents quand on les examine suivant l'axe optique; il permettra sans doute d'expliquer la polarisation circulaire de la lumière par la chitine de certains Coléoptères à éclat métallique.

Enfin, M. P. Gaubert a été l'un des premiers, en France, à étudier les liquides anisotropes. C'est ainsi qu'il s'est attaché à mesurer leurs indices de réfraction et leur biréfringence, problème dont la difficulté expérimentale est grande puisque ces liquides n'existent qu'au-dessus de 100° C. A haute température, le propionate de cholestérine fait tourner le plan de polarisation de 1000°. Cet angle diminue avec la température, s'annule, puis la rotation change de signe; de lévogyre, le corps devient dextrogyre, enfin la rotation reprend sensiblement sa valeur primitive. De plus, au moment où le pouvoir rotatoire est nul, la lumière transmise et la lumière réfléchie sont polarisées circulairement, mais en sens inverse.

Ce rapide exposé, qui devrait être complété par plus de détails et aussi par le rappel de la découverte de curieux cas de polymorphisme, de recherches sur l'isomorphisme, sur les propriétés de nombre de minéraux, etc., est suffisant pour montrer l'importance de l'œuvre de M. **Paul Gaubert**. Aussi la Commission est-elle unanime à proposer de lui attribuer le prix Petit-d'Ormoy.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX JEAN-JACQUES BERGER.

(Commissaires : MM. Émile Picard, d'Arsonval, Roux, Bigourdan, Lecomte, Kœnigs; A. Lacroix, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à feu **Émile Gérards**, ingénieur des travaux publics de la ville de Paris, pour son *Atlas géologique des vingt arrondissements*. Ses cartes synthétisent les innombrables recherches sur la constitution du sol de Paris, résultant des travaux effectués sans relâche dans la capitale; elles présentent un intérêt documen-

taire très grand. La représentation des diverses formations par courbes des niveaux est fort importante et constitue une innovation pour la géologie parisienne.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX SAINTOUR.

(Commissaires : MM. Appell, Bigourdan, Baillaud, Hamy, Kœnigs, Borel; Émile Picard, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Bertrand Gambier**, professeur à la Faculté des sciences de Lille, pour l'ensemble de ses travaux de géométrie infinitésimale.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX LONCHAMPT.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Roux, A. Lacroix, Mangin, Charles Richet, Leclainche; Gabriel Bertrand, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Pierre Lesagé**, professeur honoraire à la Faculté de Rennes, pour l'ensemble de ses recherches sur l'action exercée par le sel marin sur le développement des plantes.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX WILDE.

(Commissaires : MM. Émile Picard, A. Lacroix, Bigourdan, Hamy, Kœnigs, Perrin; Émile Borel, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Léon Brillouin**, professeur à la Faculté des sciences de Paris, pour l'ensemble de ses travaux de physique.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX GUSTAVE ROUX.

(Commissaires : MM. Mangin, Lecornu, A. Lacroix, Appell, Bouvier; Émile Picard, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **André Roussel**, chargé de conférences à la Faculté des sciences de Strasbourg, pour ses travaux d'Analyse mathématique.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX THORLET.

(Commissaires : MM. Mangin, Lecornu, Émile Picard, Appell, Bouvier; A. Lacroix, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Adolphe Richard**, ancien préparateur à l'École nationale supérieure des mines.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

FONDATIONS SPÉCIALES.

FONDATION LANNELONGUE.

(Commissaires : MM. Mangin, Lecornu, Émile Picard, Appell, Bouvier; A. Lacroix, rapporteur.)

La Commission propose d'attribuer les arrérages de la fondation à Mmes **Cusco** et **Rück**.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX HELBRONNER-FOULD.

(Commissaires : MM. Mangin, Lecornu, Émile Picard, Blondel, Janet, Breton, d'Ocagne, de Broglie, Desgrez, Séjourné, Charcot, Helbronner, Le Bel; A. Lacroix, rapporteur.)

Suivant la volonté de son fondateur, ce prix est destiné à honorer la veuve d'un savant français ayant aidé sa carrière ou prolongé son souvenir.

Mme **Louis Gentil** n'a pas été seulement une collaboratrice discrète de son mari, notre regretté confrère, pour la mise en œuvre de ses travaux, elle a été aussi à plusieurs reprises la compagne dévouée de ses explorations au Maroc en un temps où il y avait du danger à y courir.

Aussi la Commission est-elle unanime à proposer de lui décerner le prix Helbronner-Fould.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX DES GRANDES ÉCOLES.

PRIX LAPLACE.

Le prix est décerné à M. **Maurice Borgeaud**, né à Marseille, le 5 octobre 1909, sorti avec le n° 1, en 1929, de l'École polytechnique.

PRIX L.-E. RIVOT.

Le prix est partagé entre les quatre élèves dont les noms suivent, sortis en 1929, avec le n° 1 ou 2, de l'École polytechnique, dans les corps des mines et des ponts et chaussées :

M. **Maurice Borgeaud**, sorti premier dans le corps des mines, reçoit 750^fr^;

M. **Alfred Flinois**, sorti premier dans le corps des ponts et chaussées, reçoit 750^fr^.

M. **Paul Moch**, sorti second dans le corps des mines, reçoit 500fr.

M. **Édouard Beltrémieux**, sorti second dans le corps des ponts et chaussées, reçoit 500fr.

FONDS DE RECHERCHES SCIENTIFIQUES.

FONDATION TRÉMONT.

(Commissaires : MM. Mangin, Lecornu, Émile Picard, Appell, Bouvier; A. Lacroix, rapporteur.)

La Commission propose d'attribuer les arrérages de la fondation à M. **Charles Frémont**, ancien chef des travaux pratiques à l'École nationale supérieure des mines, pour ses travaux de mécanique appliquée.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

FONDATION GEGNER.

(Commissaires : MM. Mangin, Lecornu, Émile Picard, Appell, Bouvier; A. Lacroix, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Paul Gautier**, conservateur du Musée Lecoq à Clermont-Ferrand.

La chaîne des puys et le massif du Mont-Dore sont classiques parmi les régions volcaniques françaises.

Depuis plus d'un demi-siècle, M. Paul Gautier, conservateur du Musée Lecoq à Clermont-Ferrand, les parcourt et y fait des recherches géologiques et botaniques, mais il a surtout rendu service en guidant dans ces belles montagnes les géologues, les minéralogistes de tous les pays et leurs élèves, en mettant libéralement à leur disposition son temps, ses connaissances techniques et en leur communiquant ses récoltes personnelles. Il a beaucoup plus travaillé pour les autres que pour lui-même.

C'est cette longue vie de désintéressement scientifique que la Commission prétend récompenser par l'attribution des arrérages de la fondation Gegner.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

FONDATION HIRN.

(Commissaires : MM. Mangin, Lecornu, Émile Picard, A. Lacroix, Appell; Bouvier, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. **Janvier**, en religion frère Claude Joseph des Écoles chrétiennes, pour ses recherches sur les Insectes hyménoptères du Chili.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

FONDATION HENRI BECQUEREL.

(Commissaires : MM. Mangin, Lecornu, Émile Picard, A. Lacroix, Appell, Bouvier.)

Le prix n'est pas décerné.

FONDATION LOUTREUIL.

(Membres du Conseil : MM. Mangin, Émile Picard, Lallemand, Henry Le Chatelier, Paul Janet; A. Lacroix, rapporteur.)

L'Académie a reçu 27 demandes. Après avis du Comité consultatif de la fondation, le Conseil a décidé d'accorder les 21 subventions suivantes, qui vont être énumérées suivant leur nature :

I. — *Recherches sur des questions déterminées.*

2000fr à M. **François Maignon**, professeur à l'École vétérinaire nationale d'Alfort, pour continuer ses recherches sur le mécanisme de la sclérose veineuse, de l'anaphylaxie, le rôle des graisses dans l'utilisation des protéines, l'influence des saisons et des glandes génitales sur le métabolisme basal.

3000fr à M. **Gabriel Marotel**, professeur à l'École nationale vétérinaire de Lyon, pour entreprendre des recherches sur la maladie de la Douve et son traitement.

2000fr à M. **Robert Hamy**, chef de travaux de technologie agricole à l'Ins-

titut national agronomique, pour l'étude des conditions dans lesquelles caille le lait.

2000^{fr} à M. **Henri Colin**, professeur de physiologie végétale à l'Institut catholique, pour l'achat d'un matériel de micro-analyse destiné à ses recherches sur les hydrates de carbone.

5000^{fr} à M. **Henri Cottier**, professeur de zootechnie à l'École nationale d'agriculture de Montpellier, pour la recherche des phénomènes héréditaires pouvant être déterminés par des croisements entre diverses races bovines asiatiques et françaises.

2500^{fr} à M. **Claude Gautier**, ex-chef de travaux à la Faculté de médecine de Lyon, pour ses recherches sur l'évolution des albuminoïdes globaux du foie sous l'influence d'une nutrition par la peptone de caséine, ou par un mélange complexe d'acides aminés.

7000^{fr} à M. **Edmond Roy-Premorant**, ingénieur des travaux publics de l'État, pour lui permettre d'achever la construction de son diasthypsomètre, instrument de géodésie.

II. — *Achat de matériel de recherches.*

5000^{fr} à M. **Émile Demoussy**, professeur à l'Institut national agronomique, pour la réorganisation du laboratoire de chimie agricole dont il a pris la direction à la suite de la mort de notre regretté confrère André.

5000^{fr} à M. **René Dubrisay**, professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, pour l'aider à installer son laboratoire de chimie générale.

10000^{fr} au **Musée d'histologie de l'Hopital de Saint-Louis**, pour l'achat d'un matériel de projections.

25000^{fr} à l'**Observatoire de Ksara**, pour l'achat d'un sismographe à composante verticale.

10000^{fr} à la **Colonie de Tahiti**, et 10000^{fr} à celle de la **Nouvelle-Calédonie**, comme contribution à la création d'une station séismologique dans chacune de ces îles. Cette subvention ne sera versée qu'au moment de la réalisation du programme envisagé.

III. — *Achats de livres.*

3500fr à la Bibliothèque de l'**École nationale vétérinaire de Toulouse**, pour lui permettre de compléter ses collections françaises et étrangères d'ouvrages et de périodiques scientifiques.

4000fr à la Bibliothèque de l'**Institut national agronomique**, pour le même objet.

8000fr à la Bibliothèque de l'**École supérieure d'électricité**, pour l'acquisition du Traité de physique du professeur Wien (35 volumes).

5000fr à la **Société d'encouragement pour l'industrie nationale**, pour sa bibliothèque.

IV. — *Voyages et explorations.*

5000fr à M. **Paul Pallary**, instituteur, correspondant du Muséum national d'histoire naturelle, pour contribuer aux frais d'une exploration zoologique en Syrie.

6000fr au Dr **Vellard**, pour l'aider à poursuivre ses recherches de zoologie pure et médicale dans des régions peu explorées du Brésil.

V. — *Publications.*

5000fr à la **Faune des colonies françaises**, dont la publication a été entreprise sous la direction de M. Gruvel, par un Comité présidé par M. Roume, gouverneur général honoraire des Colonies. Cette entreprise, d'un grand intérêt scientifique, se poursuit avec beaucoup de succès, mais elle a encore besoin d'une aide matérielle.

3000fr à M. **Gaston Fayet**, pour la publication du *Bulletin de l'Observatoire de Nice*.

L'ensemble des subventions accordées s'élève à la somme de 128000fr. Nous en donnons la récapitulation dans le tableau suivant :

1° *Recherches sur des questions déterminées.*

	fr
M. François Maignon	2000
M. Gabriel Marotel	3000
M. Robert Hamy	2000
M. Henri Colin	2000
M. Henri Cottier	5000
M. Claude Gautier	2500
M. Edmond Roy-Premorant	7000

2° *Achat de matériel de recherches.*

M. Émile Demoussy	5000
M. René Dubrisay	5000
Musée d'histologie de l'Hôpital Saint-Louis	10000
Observatoire de Ksara	25000
Colonie de Tahiti	10000
Colonie de la Nouvelle-Calédonie	10000

3° *Achats de livres.*

Bibliothèque de l'École nationale vétérinaire de Toulouse	3500
Bibliothèque de l'Institut national agronomique	4000
Bibliothèque de l'École supérieure d'électricité	8000
Bibliothèque de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale	5000

4° *Voyages et explorations.*

M. Paul Pallary	5000
M. Vellard	6000

5° *Publications.*

Faune des colonies françaises	5000
M. Gaston Fayet	3000
Total	128000

FONDATION VICTOR NOURY.

(Commissaires : MM. Mangin, Lecornu, Émile Picard, Appell, Bouvier; A. Lacroix, Matignon, rapporteurs.)

La Commission propose de décerner :

Un prix de 3000fr à M. **Victor Delahaye**, capitaine d'infanterie coloniale, pour un livre de géographie physique sur l'Indochine;

Un prix de 2000fr à M. V. **Babet**, géologue du gouvernement de l'Afrique équatoriale française, pour son ouvrage sur la géologie du Mayombé;

Un prix de 1000fr à Mlle **Germaine Marchal**, sous-directrice du laboratoire de Chimie minérale au Collège de France, pour l'ensemble de ses travaux.

Rapport de M. A. Lacroix, *sur les travaux de M.* **Victor Delahaye.**

Le capitaine d'infanterie coloniale **Victor Delahaye**, correspondant du Muséum national d'Histoire naturelle, docteur de l'Université de Rennes, a pris part à de nombreuses opérations topographiques en Syrie et en Indochine. Ayant toujours montré un goût marqué pour les travaux géographiques, il a profité de son passage dans ce dernier pays pour y recueillir les éléments d'une monographie très complète et particulièrement intéressante sur la région si curieuse de la *plaine des zones* en Cochinchine et sur sa mise en valeur. Cette étude peut être considérée comme un modèle du genre. Cartographie, morphologie, climat, système hydrographique, races indigènes, agriculture, travaux publics, le capitaine **Delahaye** a su tout embrasser dans ce volume de 250 pages en faisant preuve d'une remarquable variété de connaissances.

Rapport de M. A. Lacroix *sur les travaux de M.* **Babet.**

M. V. **Babet**, géologue du gouvernement général de l'Afrique équatoriale française, a été chargé de l'étude géologique de la zone du chemin de fer Congo-Océan. Il y a consacré plusieurs années et s'est plus particulièrement occupé du massif difficile du Mayombé. Il vient de consigner ses observations, ainsi que celles qu'il a faites dans la région minière du Niari et du Djoué, célèbre par ses beaux minéraux cuprifères, dans un important mémoire où sont en outre exposés les résultats des recherches antérieures effectuées dans le bassin du Congo et particulièrement de celles des géologues belges. Une Carte géologique au 500000e accompagne ce travail digne d'estime.

Rapport de M. Matignon, *sur les travaux de Mlle* **Marchal.**

Mlle **Marchal** a effectué de nombreuses études d'équilibre des systèmes formés par la décomposition des sulfates simples ou des sulfates doubles sous l'influence de la température. Les courbes d'équilibre ont été contrôlées

dans la mesure du possible par la considération des effets thermiques dont la mesure a été effectuée chaque fois que la valeur de cet effet n'avait pas encore été déterminée.

Les sulfates de glucinium, de magnésium, de nickel, de cobalt, de cadmium, de gallium, de manganèse, d'argent ont été ainsi décomposés, ainsi que les sulfates doubles formés par quelques-uns de ces métaux avec le sulfate de potassium.

La silice, l'alumine agissent aussi sur les sulfates alcalins et alcalino-terreux en formant des systèmes en équilibre qui ont été également étudiés. On sait que quelques-unes de ces réactions ont fait l'objet d'applications industrielles.

La Commission à l'unanimité a proposé que le prix soit attribué à Mlle **G. Marchal.**

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

FONDS CHARLES BOUCHARD.

(Commissaires : MM. A. d'Arsonval, Roux, Mangin, Branly, Richet, Quénu, Leclainche, Bazy, Mesnil, Gravier, Vincent, Calmette, Achard; Bazy, rapporteur.)

La Commission propose d'attribuer les arrérages de la fondation à M. **Serge Oberlin**, prosecteur à la Faculté de médecine.

M. Serge Oberlin vient de faire avec son maître le Dr R. Grégoire, agrégé de la Faculté et dans son laboratoire, un *Précis d'Anatomie* en trois volumes de texte et trois volumes de planches qui a nécessité un très long travail, de très nombreuses dissections. Celles-ci ont absorbé beaucoup du temps du jeune docteur qui aurait pu et peut-être dû le consacrer à des occupations plus lucratives; car le Dr S. Oberlin est père de quatre enfants. De plus, il se propose de continuer des travaux pour lesquels il est encouragé par les volumes qu'il vient de faire paraître avec le Dr Grégoire.

Celui-ci reconnaît du reste la part prise par le Dr S. Oberlin dans la collaboration par ces mots : « Cet Ouvrage serait peut-être resté en puissance si mon ami Oberlin, avec sa parfaite connaissance de l'anatomie humaine, son esprit de précision et de méthode, ne s'était présenté à moi comme le collaborateur précieux qui devait en assurer la réalisation ».

Je ne peux pas ne pas ajouter que, depuis la proposition qui a été faite

d'accorder la subvention du fonds Bouchard à M. Oberlin, celui-ci a été nommé chirurgien des hôpitaux de Paris. Ce sera un encouragement pour lui à continuer et un exemple pour d'autres jeunes gens, qui verront que les études, soit anatomiques, soit physiologiques, soit expérimentales, sont appréciées et récompensées, s'il y a lieu.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

FONDATION LE CHATELIER.

(Commissaires : MM. Rateau, Charpy, Lumière, Laubeuf, Claude, Guillet; Le Chatelier rapporteur.)

La Commission propose d'attribuer une bourse de recherches de 10000^{fr} à Mlle **Jeanne Foret**, licenciée ès sciences. Elle a déjà collaboré avec M. Émilio Damour, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers, pour des recherches sur les verres et les combustibles.

Elle étudierait les combinaisons de l'oxyde de chrome avec la chaux et les sels doubles formés par ces chromites avec les autres sels de calcium. L'intérêt de ces recherches est le suivant. Depuis quelques années, les ciments alumineux, dont l'élément actif est constitué par des aluminates de chaux, ont reçu d'importantes applications, mais bien des points obscurs subsistent encore au sujet de leur constitution et du mécanisme de leur durcissement. Il a semblé que l'étude des combinaisons semblables formées par un corps analogue à l'alumine, l'oxyde de chrome, pourrait apporter quelque lumière sur ce problème. On sait que l'étude des silicates de baryte, plus solubles que les silicates de chaux, a grandement facilité la connaissance des réactions auxquelles est dû le durcissement des ciments ordinaires. On peut escompter un profit analogue des recherches poursuivies sur les chromites de chaux.

Ces recherches seraient effectuées au laboratoire de Chimie minérale de la Sorbonne, qui possède les installations convenables pour l'obtention des hautes températures nécessaires à la préparation des combinaisons anhydres de l'oxyde de chrome et de la chaux.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

FONDATION ROY-VAUCOULOUX.

(Commissaires : MM. Roux, Richet, Quénu, Bazy, Joubin, Vincent; Mesnil, rapporteur).

La Commission propose d'attribuer les arrérages de la fondation à M. **Eugène Wollman**, chef de laboratoire à l'Institut Pasteur en congé, directeur des recherches microbiologiques de l'Institut Sanitas, à Santiago-du-Chili, pour ses recherches sur la vie sans microbes.

M. Wollman a fait, dans ce domaine, de très importantes constatations. Il a généralisé la notion que vertébrés divers et insectes peuvent vivre aseptiquement; on peut obtenir en particulier de nombreuses générations d'insectes aseptiques (avec les blattes, en 8 ans, il est arrivé à la 23e génération), et, contrairement à ce qui se passe pour les vertébrés, on peut stériliser tous les aliments à 120°, ce qui prouve que les besoins des insectes en vitamines sont tout autres. Le scorbut a pu être observé chez des cobayes à vie aseptique, nourris d'aliments chauffés à haute température, ce qui établit que le scorbut n'est pas une maladie infectieuse, ni toxi-infectieuse.

La méthode des élevages aseptiques a encore permis de préciser les conditions de transport de nombreux germes pathogènes par les mouches, en particulier le sort de ces germes dans le tube digestif des mouches, le temps durant lequel les mouches souillées restent infectieuses.

On se rend compte de l'intérêt qu'il y a pour la Science à ce que M. **Wollman** poursuive ses recherches dans cette voie fructueuse.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

LECTURES.

M. **Émile Picard**, secrétaire perpétuel, fait une lecture ayant pour titre : *Un coup d'œil sur l'histoire des Sciences et des théories physiques.*

A. Lx et É. P.

TABLEAU DES PRIX ET SUBVENTIONS ATTRIBUÉS.

ANNÉE 1929.

MATHÉMATIQUES.

PRIX FRANCŒUR. — Le prix est décerné à M. *Paul Noaillon* 1120

MÉCANIQUE.

PRIX PONCELET. — Le prix est décerné à M. *Alfred Liénard* 1121
FONDATION HENRY BAZIN. — Le prix est décerné à M. *Charles Camichel* 1121

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE. — Le prix est décerné à M. *Alexandre Véronnet* 1122
FONDATION DAMOISEAU. — Le prix est décerné à M. *Gaston Fayet* 1122
PRIX VALZ. — Le prix est décerné à M. *Louis Dunoyer* 1123

GÉOGRAPHIE.

PRIX GAY. — Le prix est décerné à M. l'abbé *Ludovic Gaurier* 1124
FONDATION TCHIHATCHEF. — Le prix est décerné à M. *Paul Pollacchi* 1125

NAVIGATION.

PRIX DU MINISTÈRE DE LA MARINE. — Le prix est décerné à feu le général *Eugène Emery* 1126
PRIX PLUMEY. — Le prix est décerné à M. *Pierre Clerget* 1127

PHYSIQUE.

PRIX GASTON PLANTÉ. — Le prix est décerné à M. *Charles Féry* 1128
PRIX HÉBERT. — Le prix est décerné à M. *Georges Déjardin* 1129
PRIX HENRI DE PARVILLE. — Le prix est décerné à M. *Marcel Pauthenier* 1129
PRIX HUGHES. — Le prix est décerné à M. *Jean-Jacques Trillat* 1129
FONDATION CLÉMENT FÉLIX. — Les arrérages de la fondation sont attribués à M. *René de Mallemann* 1130

CHIMIE.

PRIX MONTYON DES ARTS INSALUBRES. — Le prix est décerné à M. *Daniel Florentin*.. 1130
PRIX JECKER. — Un prix est décerné à M. *Richard Fosse;* un autre à M. *Marcel Sommelet* 1131
FONDATION CAHOURS. — Les arrérages de la fondation sont attribués à MM. *Henri Moureu* et *Raymond Quélet*. 1135
PRIX HOUZEAU. — Le prix est décerné à M. *André Travers* 1136

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

PRIX DELESSE. — Le prix est décerné à à M. *Marius Dalloni* 1137

PRIX FONTANNES. — Le prix est décerné à M. l'abbé *Alfred Carpentier* 1138
PRIX VICTOR RAULIN. — Le prix est décerné à M. *Pierre Bonnet* 1140

BOTANIQUE.

PRIX DESMAZIÈRES. — Le prix est décerné à M. l'abbé *Hubert Bourdot* 1141
PRIX MONTAGNE. — Un prix est décerné à M. *Pierre Dangeard;* un autre à M. *Robert Potier de la Varde* 1142
PRIX THORE. — Le prix est décerné à M. *Charles Douin* 1144
PRIX DE COINCY. — Le prix est décerné à M. *Paul Dop* 1144

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX CUVIER. — Le prix est décerné à M. *Émile Topsent* 1145
FONDATION SAVIGNY. — Le prix est décerné à M. *Henri Gauthier* 1146

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON. — Un prix est décerné à M. *Gaston Cotte;* un autre à MM. *David* et *Jean Olmer;* un autre à M. *Francis Rathery;* une mention honorable à M. *Charles Joyeux;* une autre à M. *Camille Simonin;* une autre à Mlle *Suzanne Guéry* 1147
PRIX BARBIER. — Le prix est décerné à MM. *Prosper Merklen* et *Maurice Wolf*. 1150
PRIX BRÉANT. — Un prix est décerné à M. *Marcel Leger;* un autre à MM. *Pierre Lereboullet* et *Georges Boulanger-Pilet* 1151
PRIX GODARD. — Le prix est décerné à M. *François Aman-Jean* 1152
PRIX MEGE. — Le prix est décerné à M. *René Monceaux* 1153
PRIX BELLION. — Le prix est décerné à M. *Paul Chavigny* 1153
PRIX DU BARON LARREY. — Le prix est décerné à M. *Joseph Uzac* 1154
PRIX ARGUT. — Le prix est décerné à M. *Robert Leroux-Robert* 1154

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON. — Le prix est décerné à M. *André Strohl* 1154
PRIX POURAT. — Un prix est décerné à M. *Leon Velluz;* un autre à MM. *Henri Bulliard* et *Antoine Giroud* 1155
PRIX PHILIPEAUX. — Le prix est décerné à M. *Louis Genevois* 1155
PRIX FANNY EMDEN. — Le prix est décerné à M. *César Baudi de Vesme* 1156

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON. — Le prix est décerné à M. *Maurice Olivier* 1156

HISTOIRE ET PHILOSOPHIE DES SCIENCES.

PRIX BINOUX. — Le prix est décerné à M. *Prosper-Jules Charbonnier* 1157

OUVRAGES DE SCIENCES.

PRIX HENRI DE PARVILLE. — Le prix est décerné à M. *Jean-Paul Bounhiol* 1157

MÉDAILLES.

MÉDAILLE BERTHELOT. — La médaille est attribuée à Mlle *Germaine Marchal*, à MM. *Daniel Florentin* et *André Travers*. 1159
MÉDAILLE HENRI POINCARÉ. — La médaille est attribuée à M. *Louis de Broglie* 1159

PRIX GÉNÉRAUX.

PRIX FONDÉ PAR L'ÉTAT : GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES. — Le prix est décerné à M. *René Dubrisay* 1159
PRIX BORDIN. — Le prix est décerné à M. *Henri Bénard* 1161
PRIX LALLEMAND. — Le prix est décerné à Mlle *Marie-Louise Verrier* 1161
PRIX SERRES. — Le prix est décerné à MM. *Pol Bouin* et *Paul Ancel* 1162
PRIX PETIT D'ORMOY : SCIENCES MATHÉMATIQUES. — Le prix est décerné à M. *Paul Montel* 1164
PRIX PETIT D'ORMOY : SCIENCES NATURELLES. — Le prix est décerné à M. *Paul Gaubert*. 1164
PRIX JEAN-JACQUES BERGER. — Le prix est décerné à feu *Émile Gérards* 1166
PRIX SAINTOUR. — Le prix est décerné à M. *Bertrand Gambier* 1167
PRIX LONCHAMPT. — Le prix est décerné à M. *Pierre Lesage* 1167
PRIX WILDE. — Le prix est décerné à M. *Léon Brillouin* 1167
PRIX GUSTAVE ROUX. — Le prix est décerné à M. *André Roussel* 1168
PRIX THORLET. — Le prix est décerné à M. *Adolphe Richard* 1168

FONDATIONS SPÉCIALES.

FONDATION LANNELONGUE. — Les arrérages de la fondation sont partagés entre Mmes *Cusco* et *Rück* 1168
PRIX HELBRONNER-FOULD. — Le prix est décerné à Mme *Louis Gentil* 1169

PRIX DES GRANDES ÉCOLES.

PRIX LAPLACE. — Le prix est décerné à M. *Maurice Borgeaud* 1169
PRIX RIVOT. — Le prix est décerné à MM. *Maurice Borgeaud*, *Alfred Flinois*, *Paul Moch* et *Édouard Beltrémieux*... 1169

FONDS DE RECHERCHES SCIENTIFIQUES.

FONDATION TRÉMONT. — Les arrérages de la fondation sont attribués à M. *Charles Frémont* 1170
FONDATION GEGNER. — Le prix est décerné à M. *Paul Gautier* 1170
FONDATION HIRN. — Le prix est décerné à M. *Janvier* 1171
FONDATION LOUTREUIL. — Les subventions suivantes sont accordées : à M. *François Maignon*; à M. *Gabriel Marotel*; à M. *Robert Hamy*; à M. *Henri Colin*; à M. *Henri Cottier*; à M. *Claude Gautier*; à M. *Edmond Roy-Prémorant*; à M. *Émile Demoussy*; à M. *René Dubrisay*; au *Musée d'histologie de l'Hôpital de Saint-Louis*; à l'*Observatoire de Ksara*; à la *Colonie de Tahiti*; à la *Colonie de la Nouvelle-Calédonie*; à l'*École nationale vétérinaire de Toulouse*; à l'*Institut national agronomique*; à l'*École supérieure d'électricité*; à la *Société d'encouragement pour l'industrie nationale*; à M. *Paul Pallary*; au Dr *Vellard*; à la *Faune des colonies françaises*; à M. *Gaston Fayet* 1171
FONDATION VICTOR NOURY. — Un prix est décerné à M. *Victor Delahaye*; un autre à M. *V. Babet*; un autre à Mlle *Germaine Marchal* 1174
FONDATION BOUCHARD. — La subvention est attribuée à M. *Serge Oberlin* 1176
FONDATION LE CHATELIER. — La subvention est accordée à Mlle *Jeanne Foret* 1177
FONDATION ROY-VAUCOULOUX. — Les arrérages de la fondation sont attribués à M. *Eugène Wollman* 1178

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Publications périodiques reçues pendant l'année 1928 (*suite et fin*).

Chili.

Santiago. — Observatorio del Salto : *Boletin*, B 522^1.
— Universidad : *Anales*, A 698.
— *Anuario meteorologico de Chile*, A 1919^1.
— *Revista medica de Chile*, R 867.

Columbia.

Medellin. — *Estacion experimental agronomica de la Escuela de agricultura y veterinaria.*

Cuba.

La Habana. — Facultad de medicina y farmacia : *Anales*, A 681^1.
— Observatorio nacional : *Boletin*, R 565.
— *Boletin oficial de marcas y patentes*, B 558.

Équateur.

Quito. — *Campo (el)*, C 53^1.

États-Unis.

Albany. — *Astronomical Journal*, A 2454.
Ann Arbor. — University of Michigan. Museum of Geology : *Contributions*, C 992^1.
Baltimore. — Johns Hopkins University : *Circular*, J 274; *Studies*, J 277.
— *American Journal of Mathematics*, A 598.
— *American Journal of Philology*.
Berkeley. — Lick Observatory : *Bulletin*, L 81 ; *Publications*, P 865.
— University of California : *Bulletin*, U 148; *Chronicle*, U 147; *Memoirs*, M 644; *Publications*, U 149; *Record*.
Boston. — American Academy of Arts and Sciences : *Memoirs*, M 603; *Proceedings*, P 500.
Boulder. — University of Colorado : *Bulletin*, C 106; *Studies*, U 152.
Brooklyn. — Museum : *Brooklyn Museum Quarterly*, B 759^1; *Ecology*, E 109 *bis*.

CAMBRIDGE. — Harvard College Observatory : *Annals*, A 1192; *Annual report of the director*, A 1714; *Bulletin*, H 30; *Circular*, A 2468.

— Massachussetts Institute of Technology : *Abstracts of scientific and technical publications*, M 123^{3}.

CHICAGO. — Field Museum of Natural History. Zoological series : *Leaflet*, F 57.

— John Crerar Library : *Annual report*, A 1746.

— Yerkes Observatory : *Publications*, P 878.

— *Archives of Dermatology and Syphilology*, J 730.

COLOMBUS. — *Ohio Journal of Science*, O 155.

DES MOINES. — Iowa Geological Survey : *Annual report*, I 366.

EASTON. — National Academy of Sciences, *voir* Washington national Academy of science.

— American Chemical Society : *Journal*, J 780.

GOLDEN. — Colorado School of Mines : *Magazine*.

HOLLINWOOD. — World Power : *A montlhy Journal of power and Engineering progress*.

LANCASTER. — *American Journal of Botany*, A 591.

LANSING. — *Michigan Public Health*, M 838'.

LAWRENCE. — University of Kansas : *Bulletin*, K 16.

LOS ANGELES. — *Occulist (the)*.

MADISON. — University of Wisconsin : *Bulletin*, B 2412.

— Wisconsin Geological and Natural History Survey : *Bulletin*, B 2416.

MINNEAPOLIS. — *Physical Review*, P 307.

MISSOURI. — Bureau of Geology of Mines : *Biennial report of the state geologist*, B 328 *bis*.

NEW-YORK. — American Mathematical Society : *Bulletin*, B 2397; *Transactions*, T 252.

— Meteorological Observatory : *Annual Tables*; *Report*, R 494.

— New-York Academy of Science : *Annals*, A 1200.

— State Agricultural Experiment Station : *Annual report*, A 1764; *Bulletin*, C 1012; *Technical Bulletin*.

— State Museum : *Bulletin*, B 2397 *bis*; *Handbook*.

— *Technical Journal*.

PALO ALTO. — Terrestrial Electrical Observatory Fernando Sanford : *Bulletin*, B 2403^{1}.

PASADENA. — Mount Wilson Observatory : *Annual report of the director*, R 461; *Contributions*, C 76.

PHILADELPHIA. — Academy of Natural Sciences : *Proceedings*, P 498; *Year book*.

— American Philosophical Society : *Proceedings*, P 506.

— Franklin Institute : *Journal*, J 812; *Year book*, F 153.

PITTSBURGH. — Alleghany Observatory : *Publications*, P 847.

— *Carnegie Institute of Technology*.

PRINCETON. — University : *Catalogue*, C 104.

— University Observatory : *Contributions*, C 997.

ROCHESTER. — Eastman Kodak Company : *Abridged scientific Publications from Research Laboratory*, A 68.

ROCK ISLAND. — Augustan Library : *Publications*, A 2575^{2}.

SAN DIEGO. — Society of Natural History : *Transactions*.

SAN FRANCISCO. — California Academy of Sciences : *Occasional papers*, O 120; *Proceedings*, P 534.

SIDMOUTH. — Norman Lockyer Observatory : *Director's annual report*, N 203².
STANFORD. — University : *Contributions from the Dudley Herbarium, Publications*, L 65.
WASHINGTON. — Bureau of Standards : *Circular*, C 419; *Handbook; Journal of research; Miscellaneous publications*, D 119; *Standard Year book; Scientific papers*, B 2351; *Technological papers*.
— Carnegie Institution : *Publications*, C 77; *Year book*, C 78.
— Department of Agriculture : *Agriculture Year book*, Y 22; *Department Bulletin; Department Circular*, D 113¹; *Farmers' Bulletin*, U 78; *Leaflet; Monthly Weather Review*, M 1269; *Technical Bulletin*.
— Department of Commerce : *Elimination of Wast; Simplified practice; Recommandation; Standards Year book*.
— Department of the Interior. Bureau of education : *Bulletin*, U 62.
— Department of the Interior. U. S. Geological Survey : *Bulletin*, B 2406; *Water-Supply Papers*, W 7; *Professional paper*, U 86.
— Department of Terrestrial Magnetism : *Annual report of the Director*.
— Hygienic Laboratory : *Bulletin*, H 204.
— Library of Congress : *Report of the Librarian*, L 79.
— National Academy of Sciences : *Annual report*, R 492; *Memoirs*, M 631; *Proceedings*, P 574; *Publications*.
— National Museum : *Bulletin*, S 380; *Proceedings*, P 612; *Report*, R 553.
— National Research Council : *Bulletin*, B 2392; *Organization of members; Report Reprint and circular series*.
— Naval Observatory : *American Ephemeris and Nautical Almanac*, A 584; *Annual report; Publications*, A 2464.
— Smithsonian Institution : *Annual Report of the Board of Regents*, A 1674.
— Smithsonian Institution. Bureau of ethnology : *Bulletin*, S 379; *Smithsonian miscelleanous collections*, S 381.
— United States public Health service : *Studies*.
— *International conciliation*, I 307.
— *Journal of Agricultural Research*, J 718.
— *School life*.

Guadeloupe.

POINTE-A-PITRE. — Station agronomique de la Guadeloupe : *Bulletin général*, S 594; *Journal*, J 462; *Rapport*, S 594.

Jamaïque.

MANDEVILLE. — *Reports on Mars*.

Mexique.

MEXICO. — Instituto geologico : *Anales*, A 713; *Boletin*, B 445.
— Sociedad cientifica « Antonio Alzate » : *Memorias y Revista*, M 695.
— *Revista mexicana de ingeniera y arquitectura*.

TACUBAYA. — Observatorio astronomico nacional : *Anuario*, A 1904; *Boletin*, B 521; *Catalogo astrofotographico*.

Pérou.

LIMA. — Sociedad geologica del Perù : *Boletin*, B 476².
— *Boletin oficial de minas y petroléo*.

Santo-Domingo.

SANTO-DOMINGO. — *Estacion agronomica de Haina*.
— *Estacion agronomica de Moca*.

Uruguay.

MONTEVIDEO. — Facultad de medicina : *Anales*, A 681.
— *Sintesis estadistica de la Republica oriental del Uruguay*.

Venezuela.

CARACAS. — Colegio de ingenieros de Venezuela : *Revista*.
— Universidad : *Revista de la federacion de estudiantes de Venezuela*.

OCÉANIE.

Australie.

ADELAÏDE. — Hospital : *Annual report*, A 1656².
— *Australian Journal of Experimental Biology and Medical Science*, A 2594¹.
SYDNEY. — Royal Society of New South Wales : *Journal and Proceedings*, T 390.
— *Australasian Science Abstract*, A 2596².

Indes Néerlandaises.

BANDOENG. — Netherlands East Indian Volcanological Survey : *Bulletin*, B 2392¹.
— Vulkanologische en seismologische : *Mededeelingen*.
— *Jaarboek mynwezen Nederlandsch Indie*, J 7.
— *Wetenschappelijke mededeelingen*.
BATAVIA. — Koninklijk Magnetisch en Meteorologisch Observatorium : *Observations*, O 48; *Verhandelingen*, K 80.

— *Natuurkundij tijdschrift voor Nederlandsch Indie*, N 70.

— *Seismological Bulletin*, E 326.

Buitenzorg. — Instituut voor Plantenziekten : *Mededeelingen*, M 272.

— Jardin botanique : *Bulletin*, S 376.

— *Natuurwetenschappelijke raad voor Nederlandsch-Indië.*

Weltwreden. — *Regenwaarnemingen in Nederlandsch-Indië*, R 288.

Ouvrages reçus pendant les séances d'octobre 1929.

Comité géologique de Russie. *Geologische Detailkarte der Halbinsel Apscheron Bibi-Tibat*, par D. W. Golubjatnikow, 1914; 1 fasc. 71cm × 105cm.

Geological Committee. *The detailed geological map of the Apscheron peninsula Atashka Oil region*, par D. W. Golubiatnikov, 1926; 1 fasc. 71cm × 102cm.

Curs de Astronomie teoretica profesat la Facultatea de stiinte din Bucuresti, par N. Coculescu. Bucureste, editura casei scoalelor, 1929; 1 vol. 24cm,5. (Présenté par M. Bigourdan.)

Section de Géodésie de l'Union géodésique et géophysique internationale, publication spéciale n° 3. *Tables de l'ellipsoïde de référence international adopté par l'Assemblée générale de Madrid le 7 octobre 1924 dans le système de la division centésimale de la circonférence calculées sous la direction du général* G. Perrier, par E. Hasse. Paris, au Secrétariat de la Section, 1928; 1 vol. 31cm,5.

Fédération marbrière de France. *Le Marbre. Définition. Histoire. Géographie. Extraction. Transports. Transformation. Prix de revient.* Conférences à l'École des travaux publics du bâtiment et de l'industrie, par B. Sancholle-Henraux, 1928-1929; 1 fasc. 21cm.

Koninklijke akademie van Wetenschappen (I. C. O. Committee). Science in the netherlands East Indies, par L. F. de Beaufort, L. de Blieck, C. Braak, H. A. Brauver, N. Wing Easton, J. C. Van Earde, E. Van Everdingen, P. C. Flu, C. J. J. Van Hall, J. P. Kleiweg de Zwaan, N. J. Krom, H. J. Lam, J. Luymes, P. Pannekoek, A. A. Pull, P. Van Romburgh, Ph. S. Van Ronkel, J. J. G. Schepers, F. A. Vening Meinesz, C. Van Vallenhoven, L. Van Vunren and F. A. F. C. Went, edited by L. M. R. Rutten. Amsterdam s. d.; 1 vol. 27cm,5.

Fourth Pacific Science Congress Java, 1929. *Preservation of wild life and nature reserves in the netherlands Indies*, par K. W. Dammerman; 1 vol. 24cm,5.

Krakatau. The geology and volcanism of the Krakatau group, par Ch. E. Stehn. *Krakatau's new Flora*, par W. M. Docters, Van Leeuwen. *Krakatau's new Fauna*, par K. W. Dammerman. Fourth Pacific Science Congress, s. d.; 1 vol. 25cm,5.

Proceedings of Fourth Pacific Science Congress Java, 1929. Tirages à part. 81 fasc. 24cm,5. Bandoeng, Maks and van den Klits.

Fourth Pacific Science Congress Java, 1929. *Excursion-guides*. Bandoeng. 35 fasc. 19cm,5.

L'origine des êtres vivants. L'illusion transformiste, par Louis Vialleton. Paris, Plon, 1929; 1 vol. 20cm. (Présenté par M. E.-L. Bouvier.)

La topographie sans topographes. Traité de photogrammétrie, par F. Ollivier. Paris, Revue d'optique théorique et instrumentale, 1929; 1 vol. 24cm,5.

Dictionnaire de biographie française sous la direction de J. Balteau, A. Rastoul et M. Prevost *avec le concours de nombreux collaborateurs*, fascicule 1 : *Aage-Achard*. Paris, Letouzey et Ane, 1929; 1 vol. 29cm.

Les anciens vignobles de la région de Meudon, par H. Duchaussoy, Versailles, J. M. Mercier, 1929; 1 fasc. 25cm.

Theory and practice of pendulum observations at sea, par F. A. Vening Meinesz. Delft, Technische Bœkhandel en Drukkerij J. Waltman Jr., 1929; 1 vol. 27cm,5.

École centrale des Arts et Manufactures. Compte rendu des fêtes du centenaire, 26, 27, 28 et 29 mai 1929. Paris, de Brunoff; 1 vol. 31cm.

L'exposition internationale de Liège 1930, par Léon Michel. Bruxelles, Gœmære, 1929; 1 fasc. 24cm.

Les rayons ultraviolets, par Carlos d'Eschevannes. Paris, Chantenay, 1929; 1 fasc. 16cm.

Sur le développement de quelques phéosporées, par Camille Sauvageau, in *Bulletin de la Station biologique d'Arcachon*. Bordeaux, Siraudeau, 1929; 1 fasc. 24cm,5.

La matière fulminante (suite). *Modes de décomposition, formes ascendantes, pression électrostatique*, par E. Mathias, extrait des *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*. Paris, librairie de l'Enseignement technique, 1929; 1 fasc. 23cm,5.

Die Lösung des problems von Fermat Ernst Keller. Zurich, Emile Rügg, 1929; 1 fasc. 21cm.

Démographie et riziculture. 25 cartes dressées par Yves Henry et Maurice de Visme. (Présenté par M. Mangin.)

Gouvernement général de l'Indochine. Inspection générale de l'agriculture, de l'élevage et des forêts. *Documents de démographie et riziculture en Indochine*. Hanoï, *Bulletin économique de l'Indochine*, 1928; 1 vol. 32cm,5. (Présenté par M. Mangin.)

Nouveau réseau magnétique de la France au 1er janvier 1924, par E. Mathias et Ch. Maurain, extrait des *Annales de l'Institut de Physique du globe de l'Université de Paris*. Paris, Les presses universitaires de France, 1929; 1 vol. 34cm; 7 cartes 60cm × 80cm et 2 cartes 60cm × 153cm.

Description géométrique détaillée des Alpes françaises, par Paul Helbronner. Tome IX : *Jonction géodésique directe de la Corse au continent français. Chaîne méridienne de Corse. Mesure de l'arc de méridien des Alpes françaises*. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1929; 1 vol. 34cm.

Chaire de mécanique des fluides et applications. *Leçons sur l'Hydrodynamique*, par Henri Villat. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1929; 1 vol. 25cm,5.

The geographical Society of Finland. Atlas of Finland, 1925. Heslinki, Kustannusosakeyhtio Otava, 1929; 1 vol. 25cm,5 et un Atlas 46cm,5 × 34cm,5.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 DÉCEMBRE 1929

PRÉSIDENCE DE M. LOUIS MANGIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse ampliation du décret, en date du 15 décembre 1929, qui porte approbation de l'élection que l'Académie a faite de M. **Charles Nicolle** pour occuper la place de Membre non résidant vacante par le décès de M. *Ch. Depéret.*

Il est donné lecture de ce décret.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **Auguste Lameere**, membre de l'Académie des sciences de Belgique, Correspondant de l'Académie pour la section d'Anatomie et Zoologie, qui assiste à la séance.

M. **Guido Castelnuevo** fait hommage à l'Académie d'un Mémoire intitulé *La geometria algebrica e la scuola italiana*.

M. **Emile Mathias** fait hommage à l'Académie d'une brochure intitulée *La Matière fulminante* : (*suite*), *élasticité*, *tension superficielle*.

CORRESPONDANCE.

Mlle **Germaine Marchal** ;

MM. **Henri Bénard**, **Pierre Bonnet**, **Jean-Paul Bounhiol**, **Hubert Bourdot**, **Louis de Broglie**, **Charles Camichel**, **Alfred Carpentier**,

Pierre Clerget, **Marius Dalloni**, **Georges Déjardin**, **Paul Dop**, **René Dubrisay**, **Louis Dunoyer**, **Gaston Fayet**, **Daniel Florentin**, **Ludovic Gaurier**, **Louis Genevois**, **Pierre Lesage**, **Alfred Liénard**, **Paul Montel**, **Maurice Olivier**, **Marcel Pauthenier**, **Paul Pollacchi**, **André Roussel**, **Marcel Sommelet**, **André Strohl**, **André Travers**, **Joseph Uzac**, **Alexandre Véronnet** adressent des remercîments pour les distinctions accordées à leurs travaux.

M[mes] V[ves] **Cüsco**, **Eugène Émery**, **Louis Gentil**, **Émile Gérards** adressent également des remercîments à l'Académie.

MM. **René Dubrisay**, **René de Mallemann**, **Henri Moureu**, **Raymond Quelet**, **Émile Demoussy**, **Claude Gautier**, **Robert Hamy**, **Serge Oberlin**, **Edmond Roy-Prémorant**, le Directeur de l'**École supérieure d'Électricité**, le Directeur de la **Faune des Colonies françaises**, le Président de la **Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale** adressent des remercîments pour les subventions qui leur ont été attribuées pour leurs recherches ou leurs bibliothèques.

M. **Léon Bultingaire** adresse un Rapport sur l'emploi qu'il a fait de la subvention accordée sur le *Fonds Loutreuil* en 1928, à la bibliothèque du Muséum national d'Histoire naturelle.

M. **Abel Gruvel** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats à la place vacante dans la section d'Économie rurale, par la mort de M. *Lindet*.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Résultats obtenus pendant l'éclipse du 9 mai 1929 par la mission de l'Observatoire de Strasbourg à Poulo Condore.* Note (¹) de M. **A. Danjon**, présentée par M. H. Deslandres.

J'avais reçu du Bureau des Longitudes, avec G. Rougier et A. Lallemand, mission d'observer l'éclipse totale de soleil du 9 mai dernier à Poulo Condore. Nous avons débarqué dans cette île le 6 avril et le beau temps nous a permis d'installer et de régler rapidement nos instruments. Le ciel est devenu nuageux ou couvert à la fin d'avril et le temps était très mauvais au

(¹) Séance du 25 novembre 1929.

MISSION DU BUREAU DES LONGITUDES.

OBSERVATOIRE DE STRASBOURG.

Éclipse de Soleil du 9 mai 1929; station de Poulo Condore.

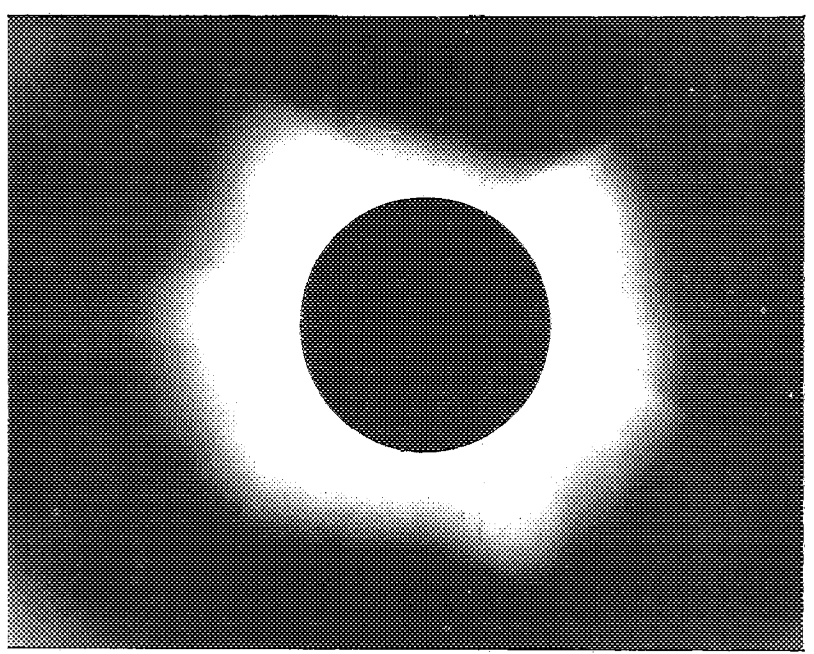


Fig. 1. — Photographie de la couronne sur plaque panchromatique, écran rouge foncé ($\lambda = 0^{\mu},68$). Objectif de 16^{cm}, f : 8; pose 32 secondes.

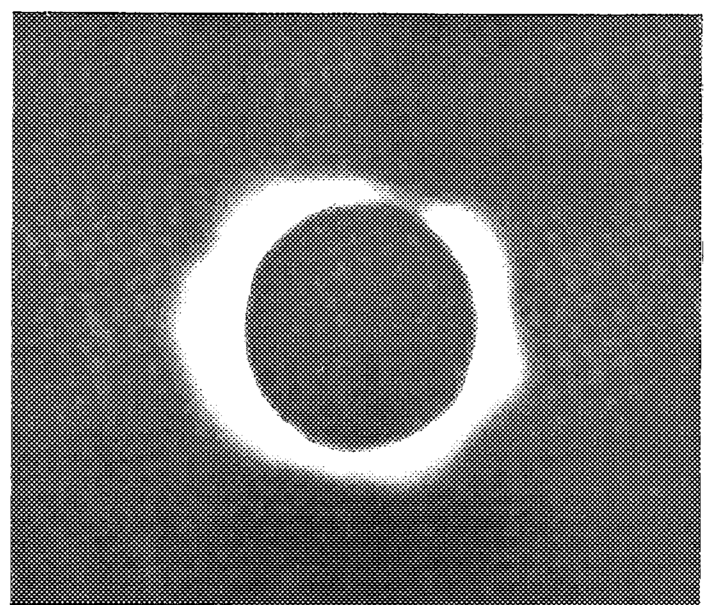


Fig. 2. — Photographie de la couronne sur plaque à la néocyanine avec écran infra-rouge ($\lambda = 0^{\mu},8$). Objectif de 8^{cm}, f : 2,3; pose 32 secondes

Sur les figures 1 et 2, l'axe du Soleil est vertical, le Nord en haut.

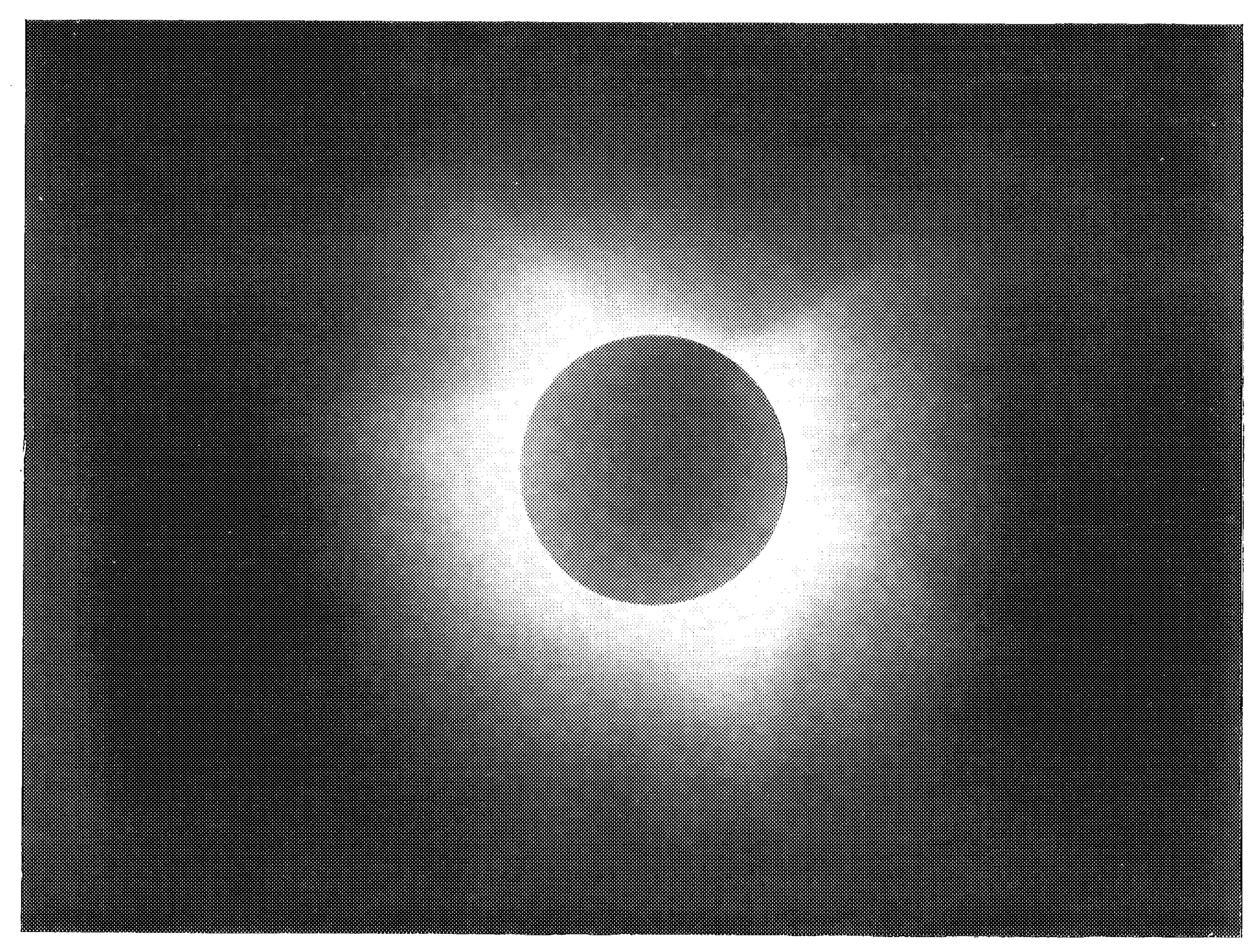


Fig. 3. — Photographie de la couronne sur plaque extra-rapide. Objectif de 25cm, f : 15. Pose 30 secondes.
L'axe du Soleil est vertical, le Nord en haut.

début de mai. Pendant la durée de l'éclipse, le ciel fut nuageux avec des éclaircies pendant lesquelles il restait voilé par une couche de nuages immobiles, ténus et probablement élevés. La totalité commença pendant une belle éclaircie, la couronne étant bien visible à travers le voile; mais au bout de deux minutes, des nuages bas et rapides firent de nouveau irruption, transparents jusqu'au second contact intérieur, mais pour s'épaissir aussitôt après, si bien que la fin de l'éclipse partielle fut invisible comme l'avait été le début. C'est donc en définitive un heureux hasard qui a permis d'effectuer pendant la totalité les opérations prévues au programme; mais, bien entendu, l'état du ciel a compromis plus ou moins complètement les résultats de quelques-unes d'entre elles.

Les clichés pris à l'équatorial double de 24^{cm} par moi-même, assisté de M. l'enseigne de vaisseau Lemière, donnent des images très étendues de la couronne, dont les six principaux jets atteignent près d'un degré de longueur. Les régions polaires ne sont marquées que par de courtes aigrettes. Au bord est, une grande protubérance peu lumineuse s'élève à 230000^{km}.

Ces mêmes clichés étaient destinés à l'étude de l'effet Einstein, mais il est douteux qu'on puisse les utiliser. Le passage des nuages légers s'accompagnait d'une violente agitation nettement constatée par moi sur les étoiles-guides. C'est probablement à cette circonstance qu'il faut attribuer l'absence sur les plaques d'images stellaires bien piquées. La méthode proposée par M. Esclangon pour la mesure de l'effet Einstein nécessitait la prise de deux clichés sur deux régions symétriques par rapport au soleil, en plus des clichés pris sur le soleil lui-même. On pouvait craindre que cette manœuvre compliquée ne pût être effectuée avec toute la précision requise pendant la durée de la totalité. L'expérience est tout à fait rassurante et la méthode est d'une application aisée, pourvu qu'un certain nombre de conditions soient remplies. Il a été possible de prendre au total 7 clichés de 30 secondes de pose chacun, la lunette étant déplacée 4 fois.

M. Lallemand a obtenu un certain nombre de photographies de la couronne en lumière rouge et infra-rouge, les unes sur plaques panchromatiques, avec écran rouge foncé (longueur d'onde moyenne, $0^{\mu},68$); les autres sur plaques à la néocyanine, préparées sur place, l'écran en verre d'Iéna étant équivalent à un écran de Wood (longueur d'onde provisoire, $0^{\mu},80$). Sur la lune, les deux chambres avaient donné des images ayant approximativement la même densité. Il n'en a pas été de même pour la couronne solaire, qui paraît très pauvre en lumière infra-rouge, sauf peut-être au voisinage immédiat du soleil. L'image de $0^{\mu},68$ est de beaucoup la plus étendue. Elle

montre la décomposition des jets coronaux en aigrettes beaucoup mieux que les photographies ordinaires.

M. Rougier a obtenu, avec la collaboration de M. l'ingénieur hydrographe Chavanier, de bonnes mesures photométriques de la couronne, au moyen d'une cellule au potassium et d'une cellule au rubidium. Au début de la totalité, à un moment où les nuages ne pouvaient être en cause, l'intensité de la couronne a paru diminuer rapidement par suite de l'éclipse progressive de la basse couronne; puis elle s'est stabilisée. Le phénomène s'est reproduit en sens inverse à la fin, le passage des premiers nuages n'ayant pas suffit à le masquer. L'intensité mesurée au cours d'une éclipse dépend donc largement de la grandeur de cette éclipse; d'où, sans doute, le désaccord des nombres antérieurement publiés et l'impossibilité d'y déceler une variation undécennale.

M. l'enseigne de vaisseau Brun a obtenu visuellement des mesures photométriques du soleil partiellement éclipsé et de la couronne, les premières donnant le facteur de transmission du voile permanent, soit 0,71. En l'appliquant aux mesures de M. Rougier faites pendant la totalité, on trouve pour l'éclairement donné par la couronne, celui de la pleine lune étant pris pour unité : 7 secondes après le premier contact intérieur, 0,63; $1^m 35^s$ après le contact, 0,43. Or les mesures visuelles effectuées à ce même instant par M. Brun, avec un photomètre sans écran diffusant, donnent 0,37.

L'heure des deux contacts intérieurs a été notée par M. le commandant Villatte, qui a déterminé en outre la position précise de la station. En ajoutant 6″ aux longitudes des tables de Brown, les heures observées donnent des écarts O — C respectifs de -1^s et $+0^s,5$.

Ces résultats préliminaires sont encore incomplets; il reste notamment à mesurer au microphotomètre les clichés étalonnés de M. Lallemand.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'examen microscopique des poudres colloïdales en lumière polarisée.* Note [1] de MM. **A. Michel-Lévy** et **H. Muraour**, présentée par M. G. Urbain.

On a signalé depuis longtemps (Chardonnet, Vignon, Ambronn, Tissot) la relation qui existe entre le taux d'azote des nitrocelluloses et les phénomènes de biréfringence que présentent les fibres examinées au microscope

[1] Séance du 9 décembre 1929.

polarisant entre deux nicols croisés. Jusqu'ici, l'emploi de cette méthode a été limité à l'examen de la nitrocellulose non gélatinisée, et Tissot déclare même (*Mémorial des Poudres*, 22, p. 32) qu'elle ne peut être utilisée pour l'étude des poudres colloïdales. Or, l'examen d'un grand nombre de poudres à la nitroglycérine, observées en plaques minces de $\frac{2}{100}$ à $\frac{3}{100}$ de millimètre d'épaisseur, nous a montré que, tout au contraire, l'examen en lumière polarisée permet de différencier nettement les divers types de poudre et, en particulier, de mettre en évidence une hétérogénéité éventuelle de la poudre en ce qui concerne le taux d'azote nitrique.

Considérons deux échantillons de poudre à la nitroglycérine du type sans dissolvant, préparés l'un avec du coton-poudre à 11,7 pour 100 d'azote, l'autre avec un mélange de coton à 11 pour 100 et de coton à 13 pour 100, ce mélange titrant également 11,7 pour 100 d'azote. La composition centésimale de ces deux échantillons, la composition et la température des gaz dégagés au moment de la combustion seront identiques; or, la détermination de la vitesse de combustion effectuée à la bombe Vieille par une méthode qui a été décrite par l'un de nous (*Bull. Soc. chimique*, 4e série, 41, 1927, p. 1455), montre que le second échantillon possède une vitesse de combustion bien supérieure, la différence pouvant atteindre et même dépasser 15 pour 100.

L'examen en lumière polarisée des coupes exécutées sur ces poudres donne la raison de cette discordance. En opérant avec interposition d'une lame de quartz donnant la teinte sensible de 1er ordre, l'allongement des fils (sens de l'étirage des tubes de poudre) étant parallèle au grand axe de la section du quartz, la première poudre apparaît colorée uniformément de la teinte sensible [1], la seconde poudre apparaît sillonnée de fibres colorées en jaune, allongées dans le sens de l'étirage. Cette réaction colorée indique que ces fibres sont constituées par du coton-poudre à 13 pour 100 d'azote.

Des fibres colorées en bleu de coton à 11 pour 100 apparaissent également. Au point de vue de la répartition du taux d'azote nitrique, le second échantillon n'est donc pas homogène. C'est évidemment à cette inhomogénéité qu'il faut attribuer la plus grande vitesse de combustion de cette poudre.

La combustion des zones où le taux d'azote nitrique est plus élevé étant

---

(1) Ambronn a montré (*Koll. Zeit.*, 13, août 1913, p. 200) que la biréfringence donnant un allongement positif pour la cellulose, négatif pour les cotons-poudre à 13 pour 100 d'azote, est nulle pour un taux d'azote voisin de 11,7 pour 100.

plus rapide, il se forme à la surface de la poudre des cavités qui augmentent la surface d'émission.

Nous avons examiné un grand nombre d'échantillons préparés soit avec du coton-poudre à 11,7 pour 100, soit avec le mélange de coton-poudre à 11 pour 100 et de coton-poudre à 13 pour 100. L'examen microscopique et la détermination de la vivacité ont toujours été en accord, la vitesse de combustion étant toujours plus élevée, à composition centésimale identique, lorsque le microscope polarisant indique la présence de fibres de nitrocellulose fortement nitrées.

CHIMIE. — *Inflammation spontanée des mélanges d'air et d'hydrocarbures. Influence de la concentration.* Note [1] de MM. **P. Mondain-Monval** et **Bernard Quanquin**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

Dans de précédentes Notes [2] nous avons relaté les phénomènes physiques et chimiques observés au cours de l'échauffement à volume constant de mélanges sous pression d'air et de vapeurs d'hydrocarbures saturés. Nous avons en particulier caractérisé une oxydation de l'hydrocarbure accompagnée d'un dégagement de chaleur très notable et d'une poussée très rapide de pression se traduisant au manomètre de la bombe par un vigoureux lancé de l'aiguille. Nous avons constaté que l'intensité de ces phénomènes dépendait très étroitement de la concentration du mélange gazeux en hydrocarbure et qu'il en était de même pour la composition des résidus gazeux et l'apparition de dépôts de noir de fumée. Nous nous proposons de résumer dans la présente Note les observations quantitatives et qualitatives que nous avons pu faire sur les variations de ces divers phénomènes avec la concentration. Nous avons déjà donné ailleurs un certain nombre de résultats relatifs au pentane [3]. Depuis, nous avons pu constater que les hydrocarbures saturés supérieurs : hexane, heptane et octane, et même les essences commerciales pour automobiles, donnent des résultats absolument identiques, avec quelques très légères différences

---

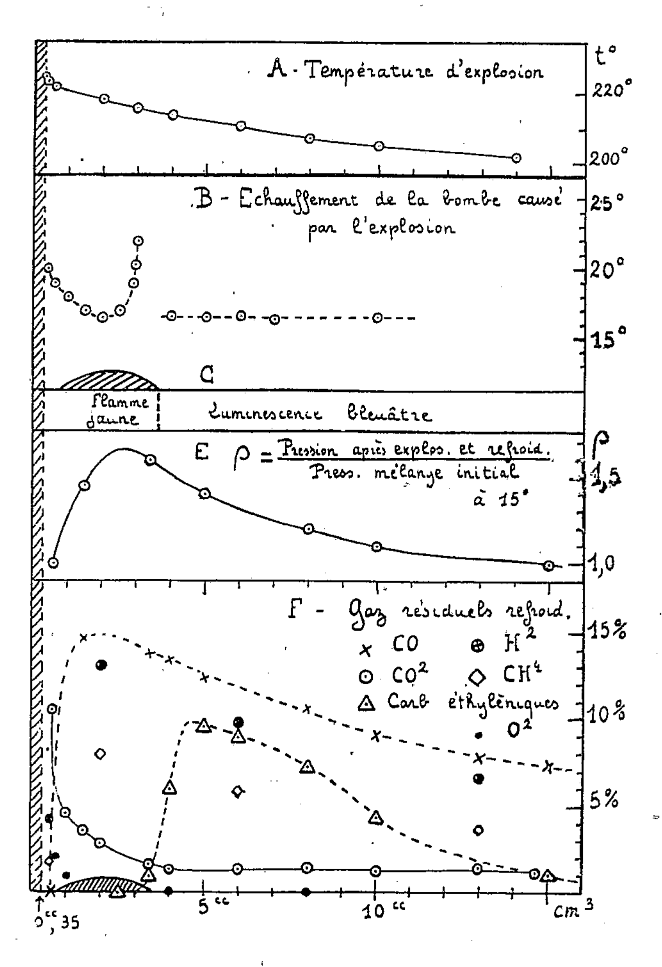
(1) Séance du 9 décembre 1929.

(2) Dumanois et Mondain-Monval, *Comptes rendus*, 187, 1928, p. 892; 189, 1929, p. 761. — Mondain-Monval et Quanquin, *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 917.

(3) Dumanois et Mondain-Monval, *Annales de l'Office des combustibles liquides*, 3, 1928, p. 761, et *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*, 95, 1929, p. 243-272.

seulement dans les valeurs numériques obtenues, lorsqu'on passe d'un hydrocarbure au suivant.

Le graphique ci-après résume les résultats de nos mesures. Nous portons en ordonnées les variations des divers phénomènes observés et en abscisses le nombre de centimètres cubes d'hydrocarbure introduit dans la bombe de $0^{l},7$ de capacité renfermant également



de l'air sous une pression intérieure de 5^{kg}, le tout étant ensuite chauffé en 35-40 minutes jusqu'à obtention au manomètre de la poussée de pression. Le poids d'air utilisé restait donc constant et celui de l'hydrocarbure variait d'une expérience à l'autre.

Nous appuyant sur ces graphiques, nous pouvons faire diverses constatations et formuler quelques conclusions.

Tout d'abord, pour des concentrations allant de $0^{cm^3},35$ (au-dessous de laquelle il n'y a pas d'inflammation spontanée) à 50^{cm^3} et probablement encore au delà, nous avons toujours obtenu (courbe A) pour une certaine température légèrement décrois-

sante avec la concentration un vigoureux lancer de l'aiguille du manomètre. Nous avions été surpris, au début de nos recherches, de trouver une zone d'inflammabilité aussi étendue. En ouvrant la bombe après l'explosion, nous avons alors constaté (courbe C) la présence d'un fort dépôt de noir de fumée pour des concentrations allant de $0^{cm^3},8$ à $3^{cm^3},6$, mais sans en observer jamais ni au-dessous, ce qui n'était pas surprenant, ni au-dessus, ce qui l'était beaucoup plus. Nous avons mesuré l'élévation de température de la bombe occasionnée par l'explosion (courbe B). D'autres observations sur les poussées de pression qui ne peuvent figurer dans ce résumé, jointes aux courbes B et C, montraient de façon évidente une discontinuité dans la combustion. Nous avons alors muni notre bombe d'un regard en verre et cherché à voir la flamme de l'explosion. Nous avons pu constater immédiatement qu'au-dessus de $3^{cm^3},6$ d'hydrocarbure, au moment de la soi-disant « explosion », il n'apparaît dans la bombe qu'une très faible luminescence bleuâtre, visible seulement en opérant dans une profonde obscurité et tout à fait semblable à celle que Perkin a décrite au cours de l'oxydation lente de l'éther. Au contraire, si l'on se place dans la zone de dépôt du noir de fumée, on aperçoit une flamme jaune clair très lumineuse. Enfin, pour des teneurs en hydrocarbures voisines de la combustion complète ($0^{cm^3},4$), on observe une flamme bleu violacée.

Il en résulte que, même lorsqu'il n'y a pas inflammation, on observe toujours dans la bombe une très vive poussée de pression spontanée, impossible à différencier par ses manifestations extérieures d'une véritable combustion.

La courbe A n'établissant aucune distinction entre ces deux phénomènes, nous sommes amenés à conclure que c'est la réaction exothermique sans flamme qui amorce, lorsque les limites de concentration s'y prêtent, l'inflammation du mélange.

L'analyse des résidus gazeux présente deux particularités intéressantes (courbe F) : l'apparition d'éthylène dans la zone d'oxydation sans flamme et la constance de la petite quantité de CO^2 formé dans la même région. Ces gaz résiduels riches en CO, H, CH^4 et carbures éthyléniques brûlent avec une extrême facilité après mélange avec de l'air.

LITHOLOGIE. — *Les limites de la région mixte égéenne. Essai de synthèse géologique.* Note [1] de M. **Const. Kténas.**

Mes récentes études sur les laves tertiaires et quaternaires de l'Archipel [2], ainsi que les observations de MM. Bianchi, Busz, Butz, Conci et Trost sur les volcans des îles côtières de l'Asie Mineure sud-occidentale,

---

[1] Séance du 2 décembre 1929.

[2] *Comptes rendus*, **183**, 1926, p. 980; **186**, 1928, p. 1631; **189**, 1929, p. 489 et 996. — *Praktika de l'Académie d'Athènes*, 3, 1928, p. 226.

nous permettent d'établir que les gisements des roches alcalines abondent dans la mer Égée. Le but de cette Note est de tracer les limites du domaine alcalin-mixte et de rechercher ses rapports avec les lignes géologiques générales de la région.

Comme il a été indiqué dans une Note antérieure, les laves alcalines font défaut dans l'arc éruptif sud-égéen qui est formé par les volcans de Krommyonia, Egine, Poros, Milos (¹), Santorin, Christiana, Nisyros et Episcopi. Cette zone calco-alcaline *se prolonge vers le Nord* dans les volcans d'Oxylithos (île d'Eubée) et de Bàres (île de Skyros) (²). Dans le tableau ci-après, j'ai donné la composition chimique des laves des volcans en question (analyses faites par M. Raoult). On n'y trouve pas de roches exactement saturées. La teneur en silice libre, le plus souvent exprimée minéralogiquement, varie entre 5,76 et 17,64 pour 100. Le plagioclase virtuel est toujours une andésine basique (39 à 46 pour 100 d'anorthite).

	a.	*b.*	*c.*	*d.*	*e.*
SiO^2	62,56	61,66	58,92	58,68	56,72
Al^2O^3	15,51	16,27	15,51	16,16	16,53
Fe^2O^3	2,90	2,12	2,84	2,64	3,78
FeO	2,03	2,62	2,48	2,34	2,43
MnO	0,14	0,16	0,11	0,10	0,11
MgO	2,89	3,63	4,08	4,85	5,34
CaO	5,32	5,60	5,08	6,90	7,40
Na^2O	3,72	3,39	3,12	3,76	3,84
K^2O	2,51	2,47	2,14	2,09	2,16
TiO^2	0,68	0,46	0,60	0,60	0,56
P^2O^5	0,16	0,18	0,10	0,20	0,26
H^2O +	0,82	0,92	2,81	1,29	0,53
H^2O −	0,90	0,66	2,47	0,50	0,45
Cl	0,09	0,09	-	-	-
	100,23	100,23	100,26	100,11	100,11

a. Dacite à pyroxènes et hornblende : II.4.2.4. — Carrières du sommet d'Oxylithos.
b. Dacitoïde à hornblende et augite : II.4.3.4. — Collines de Potamià (H. Nicolaos). Oxylithos.
c. Dacite à pyroxènes : II.4.3.4. — Bàres. Skyros.
d. Andésite à quartz et pyroxènes : II.(4) 5.3.4. — Sommet de Korakólithos. Oxylithos.
e. Andésite à quartz et pyroxènes : II.5.3.4. — Collines près de Kipi. Oxylithos.

(¹) Dans son étude sur les volcans du groupe d'îles de Milos, M. Sonder a décrit une roche sous le nom de *Biotit Plagioliparit*, qui, d'après sa constitution chimique, est une *rhyolite alcaline* riche en calcium. Pourtant cette roche ne s'y trouve pas en place; elle constitue des bombes rejetées par le cratère de Phyriplaka.

(²) Le volcan de Bàres a été découvert pendant la mission d'été 1928; il se trouve au milieu de la moitié septentrionale de l'île de Skyros.

La région mixte de la mer Égée se caractérise par l'*association* des laves alcalines à des laves calco-alcalines (H. Eustratios, Chios, Samos, Patmos, Cos). Il n'y a que les volcans d'Antiparos et de Caloyéri qui soient constitués exclusivement de laves alcalines et hyperalcalines. Quant à la constitution minéralogique des formations riches en alcalis, je dois faire remarquer que les feldspathoïdes, ainsi que les pyroxènes sodiques ne sont que rarement réalisés minéralogiquement : laves à leucite (Samos), à néphéline (Patmos), à ægyrine (Patmos). Le plus souvent, ces minéraux sont cryptomorphes.

Parmi les alcalis, c'est tantôt le Na, tantôt le K qui prédomine. Il y a, en outre, des cas très fréquents où les deux alcalis existent presque à égalité de poids. Enfin, dans la région mixte, abondent des roches de transition (roches *subalcalines* : trachydolérites, trachyandésites *p.p.*) (Thèbes, Psathoura, Chios, Patmos, Cos).

Bien qu'il y ait encore de nombreux points mal établis quant à la constitution pétrochimique des laves nord-égéennes, pourtant les données acquises confirment ce fait, que *l'arc calco-alcalin contourne en demi-cercle la région intérieure mixte*. Les limites passent entre Skyros et Caloyéri, entre Milos et Antiparos, entre Nisyros et Cos.

Tous les volcans de la mer Égée sont liés à des zones de dislocation. Mais, tandis que les centres de l'arc calco-alcalin sont situés aux bords du massif cristallin ou dans la partie concave des plis alpins eux-mêmes, ceux de la région mixte se trouvent, pour la plupart, dans le domaine des formations cristallophylliennes. L'alcalinité des laves *va en augmentant* des parties périphériques méridionales et occidentales de la mer Égée vers les noyaux fortement métamorphisés.

Il résulte de ces données que les *agents métamorphiques ont influencé*, au moins en partie, la composition chimique des magmas qui ont alimenté ultérieurement les volcans de la région alcaline-mixte.

EMBRYOLOGIE. — *Les changements d'équilibre de l'œuf et la position du blastopore au cours du développement chez* Discoglossus pictus *Otth.* Note (1) de M. **Paul Wintrebert**, présentée par M. Maurice Caullery.

L'œuf de *Discoglossus pictus*, dépouillé de ses enveloppes tubaires, revêtu seulement d'un chorion lisse et transparent qui glisse sur le fond de

(1) Séance du 9 décembre 1929.

verre des récipients, prend, dans l'eau plus rapidement que dans le liquide dense de la coque, son équilibre propre; ainsi traité, il ne souffre pas du changement de milieu, montre clairement tous les caractères de sa surface et devient apte à recevoir, par le procédé de W. Vogt, l'impression de marques colorées. Ces qualités le désignent comme un objet de choix pour l'étude du développement chez les Anoures et spécialement chez les Discoglossidés.

La première recherche à entreprendre dans cette voie est de fixer le lieu où se forme la lèvre craniale du blastopore; de sa position, en effet, dépend la mise en place des différents segments du corps. Mais cette position ne peut être déterminée que relativement à un autre point de l'œuf reconnu comme le plus stable, c'est-à-dire choisi dans la région la moins active pendant les phases de la blastula et de la gastrula. Le pôle supérieur de l'œuf offre à ce point de vue toute sécurité. Justement, chez *Discoglossus pictus*, ce pôle présente une particularité favorable; il a l'aspect d'un plateau et, de profil, d'une sorte de pan coupé, reliquat du soulèvement de la cuvette germinale dont est muni l'œuf vierge; sa surface, plane dans l'ensemble, mais légèrement plissée, chiffonnée, est reconnaissable sur certains œufs jusqu'à la fin de la neurula.

Le centre du plateau répond au pôle supérieur de l'œuf avant la segmentation et pendant les premiers temps de celle-ci. L'œuf bascule ensuite. Ce changement d'équilibre est fonction de la répartition différente des substances légères (cavités pleines de sérosité, éléments à protoplasme abondant) et pesantes (blastomères gonflés de vitellus). Dans une première étude (¹), j'ai cherché à préciser par la seule observation, sans aucun apprêt sur l'œuf, la position du centre du plateau; mais cette recherche est assez pénible et doit être renouvelée à chaque étape de l'ontogenèse. Il est plus simple d'apposer, une fois pour toutes, sur le plateau une marque colorée, visible au premier coup d'œil. A vrai dire, elle ne peut être posée qu'exceptionnellement en son centre, du fait de la présence à ce niveau d'un amas de sérosité qui soulève le chorion. Elle est placée le plus souvent à sa périphérie. La correction de la déviation est facile; elle doit être faite à deux points de vue, relativement à la distance qui sépare la tache du centre et relativement à l'orientation de celle-ci vis-à-vis du plan sagittal. La marque sert à deux

(¹) *Comptes rendus du Congrès de l'Association des Anatomistes*. Bordeaux, 1929 (*sous presse*).

usages, à mesurer le changement d'équilibre de l'œuf et à déterminer la position de la lèvre craniale du blastopore.

I. Voyons d'abord le changement d'équilibre. La verticale passant par le sommet de l'œuf représente à tout instant son pôle actuel. La valeur de l'inclinaison du pôle primitif est donnée par la distance qui sépare la tache colorée de ce sommet et le sens de l'inclinaison, par son éloignement ou son rapprochement des lignes ventrale ou dorsale du méridien sagittal. On constate ainsi que le pôle primitif penche de plus en plus du côté ventral et, d'autre part, qu'il demeure toujours dans le plan sagittal. Il quitte le sommet très tôt, dès que la segmentation, devenue plus active au niveau et au-dessous du croissant gris, a développé sous l'équateur une lame dorsale de petites cellules pigmentées; il se trouve à mi-chemin environ du sommet de l'œuf et de l'équateur quand se dessine la lèvre craniale du blastopore; il avoisine l'équateur à la fin de la neurula et, quand s'opère la transformation de l'œuf globuleux en têtard, le pôle primitif correspond à la région pharyngienne de celui-ci.

II. Au moment où se forme la lèvre craniale du blastopore, on mesure la distance qui sépare le pôle primitif supérieur de celle-ci et l'on opère de la même façon à toutes les étapes de la constitution et de la fermeture du blastopore. Voici les résultats : *a*. La lèvre craniale se forme très bas; sur un œuf de $1^{mm},3$ de diamètre, dont le quart de la circonférence mesure par conséquent 1^{mm}, le trait de la lèvre craniale se trouve à $0^{mm},2$ du pôle inférieur primitif. — *b*. La lèvre craniale est fixe; elle ne recule pas comme chez *Rana* (Morgan, Brachet, etc.); les lèvres latérale et postérieure viennent à sa rencontre pour circonscrire le blastopore; le deutentéron classique est ici la première cavité gastrulaire formée et tout le dos de l'embryon est en place quand apparaît la lèvre craniale. — *c*. La distance de la tache polaire à celle-ci commence à augmenter au moment où le blastopore, délimité de toutes parts, rétrécit son ouverture; c'est aussi le stade où cesse l'invagination gastrulaire. — *d*. Pendant le stade neurula, la croissance dorsale intercalaire de la tête, du tronc et de la base de la queue, éloigne progressivement l'un de l'autre le pôle supérieur primitif et le blastopore; celui-ci, bientôt réduit à l'anus, est antipode du premier au début du soulèvement des bourrelets médullaires; tous deux sont relégués sur la face ventrale quand l'œuf arrondi se métamorphose en têtard.

PHYSIOLOGIE. — *Adaptation respiratoire du cœur.* Note (¹) de M. **Jules Amar**, transmise par M. A. d'Arsonval.

Dans les problèmes d'acclimatation, athlétisme, aviation, travail rapide, vie en montagnes ou dans les mines, *la fonction du cœur* doit retenir l'attention. J'en examine ici le déterminisme.

I. L'évolution animale démontre que *le cœur s'est adapté à la respiration*. Pour comprendre ce fait, il faut se rappeler que la vie est une oxydation dont l'intensité augmente avec le progrès nerveux. Quand l'organisme est très simple (Protozoaires), fixé ou parasite, il n'a besoin que de fort peu d'oxygène. Mais survient le progrès nerveux sous l'empire des actions de milieu; la principale réaction consiste dans *le mouvement*, qui est gourmand de gaz vital. Alors s'épanouit la surface respirante; le gaz doit circuler plus vite autour des fibres musculaires, et le sang fait son apparition, peu à peu conduit dans des canaux à propulsion automatique où le cœur dessine un renflement, rien de plus.

Négligeons les Protozoaires, à respiration infime, et les Métazoaires fixés (Spongiaires, Cœlentérés); nous trouvons le mouvement, la vie de relations manifestes, chez les Échinodermes (Étoiles de mer); ils ont des pieds ambulacraires, et, en même temps, un organe de filtration de l'oxygène, une circulation sanguine en vaisseaux qui tendent à se fermer, qui le sont entièrement chez les Vers les plus actifs. Toute cette canalisation est contractile, et les renflements ou *cœurs s'observent au voisinage des branchies respirantes*. L'espèce est-elle fixée ou parasite? — Respiration et circulation sont absentes (Lombric, Trématodes, tous les Némathelminthes). — L'inverse a lieu dans l'important embranchement des Arthropodes où la vie de relations est accusée (Insectes, Crustacés), et où l'on voit invariablement *le cœur sous la dépendance des organes respiratoires* (branchies, poumons), recevant d'eux un sang richement oxygéné. Il a un ventricule et une oreillette ou deux (Mollusques céphalopodes); le sang, revenant du corps, est ralenti dans les branchies grâce à des renflements des veines, et il quitte le cœur par des aortes déjà bien dessinées. *L'hématose, opération chimique*, se perfectionne avec l'apparition des oreillettes.

II. Le mouvement musculaire s'accentuant dans l'embranchement des

(¹) Séance du 9 décembre 1929.

Vertébrés, ceux-ci ont des oxydations plus vives. La partie supérieure de leur intestin évolue dans le sens d'un appareil respiratoire, déterminant un appareil vasculaire clos, et un dispositif cardiaque à rythme régulier. Le sang renferme de nombreux globules de plus en plus adaptés au transport de l'oxygène qu'absorbent les branchies (Poissons, Batraciens aquatiques) et bientôt les poumons. Une circulation pulmonaire s'établit, et l'on assiste au doublement de l'oreillette, puis au doublement du ventricule que signale la cloison ventriculaire des Poissons Dipneustes, Batraciens, Reptiles.

La vie de relations des Oiseaux et Mammifères étant la plus active et la plus étendue, leurs fonctions cardiopulmonaires, et d'abord leur système nerveux et leurs sens, atteignent un très haut degré d'adaptation; l'*homéothermie* en est la conséquence. Et voici le schéma de ces adaptations successives :

Adaptation nerveuse à la vie de relations	→	Nécessité d'oxydations cellulaires rapides	→	Extension de la surface respiratoire	→	Adaptations cardio-vasculaires

Au terme de l'évolution cardio-pulmonaire, disions-nous, l'homéothermie se constitue, ainsi liée à la vie de relations.

En effet le mouvement exalte la thermogénèse; le changement d'habitat (vol, migrations) oblige à lutter contre les brusques variations de température. Des *mécanismes nerveux régulateurs* se chargent de cette lutte; le groupe du pneumogastrique prédomine, se différencie à partir des Reptiles, et c'est le chimisme du sang, autrement dit la respiration, qui le gouverne. Une vie de relations plus accidentée a déterminé une adaptation plus délicate des centres nerveux, et l'homéothermie. Inutile aux Invertébrés, même aux Reptiles qui la réalisent médiocrement, celle-ci est indispensable aux Oiseaux et aux Mammifères.

III. *L'adaptation du cœur est donc d'essence énergétique;* elle répond au besoin d'oxygène de tout l'organisme. Elle est également d'ordre *mécanique*, devant assurer la rapide propagation du sang à travers de grosses masses cellulaires, des muscles très actifs (ailes); il y faut donc une pression hydrodynamique suffisante, ou la puissance croissante du ventricule gauche, capable d'entretenir une « circulation lymphatique » chez Mammifères et Oiseaux.

Finalement, *le cœur possède un relais mécanique et un relais chimique* dans le ventricule et l'oreillette gauches, celle-ci précédant celui-ci. Il est à 2, ou 3, puis à 4 cavités dont les contractions (systoles) sont *synchronisées*

deux à deux et alternantes. Le synchronisme résulte de leur doublement même, et du péristaltisme périodique de leur origine que les circonstances ont amélioré (striation des fibres du cœur, intervention des vagues).

Quelque opinion que l'on ait sur le transformisme, l'exemple de l'adaptation cardiaque aux besoins respiratoires est décisif pour enseigner que l'oxygène est un facteur chimique de morphogénèse.

SÉROLOGIE. — *Le rapport du pouvoir hydrolysant de l'amylase du sérum de cheval aux protéines sériques*. Note[1] de M. **Brocq-Rousseu**, Mme **Z. Gruzewska** et M. **G. Roussel**, présentée par M. L. Mangin.

Nous avons donné [2] le résumé de nos recherches sur l'activité de l'amylase, de la maltase et du ferment glycolytique du sérum de cheval, suivant les saignées successives. La quantité de sucre produite par l'hydrolyse de l'amidon représentait l'activité de l'amylase du sérum. Ce pouvoir hydrolysant du ferment soluble était rapporté à la quantité (en centimètres cubes) du sérum employé. Dans ce travail, nous avons cherché à préciser le rapport de l'activité de l'amylase aux quantités de protéines du sérum mis en expérience.

La technique est la même que celle employée dans la deuxième série de nos expériences antérieures. D'autre part nous avons déterminé, dans les sérums de toutes les saignées, l'azote total, l'azote non protéique et, par différence, l'azote protéique. Ce dernier nous a servi à calculer la quantité de substances protéiques du sérum.

Nous donnons, à titre d'exemple, deux courbes : l'une représente l'activité de l'amylase, l'autre la quantité de substances protéiques du même sérum, au cours de dix saignées successives. Le sucre est porté en milligrammes pour 100, et les protéines en grammes pour 100 sur l'abscisse. Les saignées sont indiquées sur l'ordonnée.

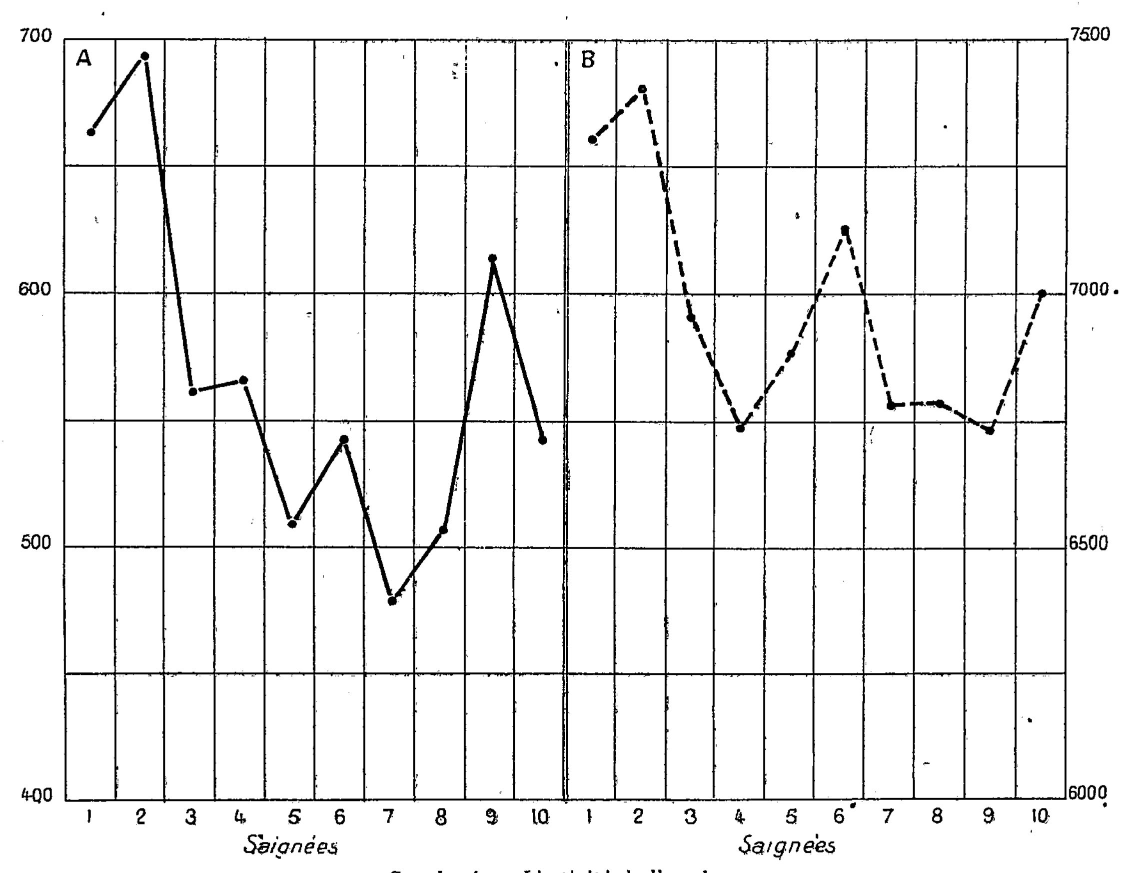
Si l'on rapporte les quantités de sucre, obtenues par l'hydrolyse de l'amidon de chacune des saignées, à 1^g de protéine du sérum mis en expérience, on obtient des chiffres comparables. Ces chiffres présentent de faibles différences individuelles et de petites fluctuations périodiques. La moyenne de 18 saignées du sérum n° 1 donne $0^g,522$ pour 100, celle de 14 saignées

(1) Séance du 18 novembre 1929.

(2) *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 501 et 589.

du sérum n° 2, 0g,503 pour 100, et celle du sérum n° 3 (13 saignées), 0g,511 pour 100 de sucre. La moyenne de 10 saignées du sérum n° 4 donne 0g,594 pour 100 de sucre.

Cette quantité de sucre, en pour 100 du mélange sérum-amidon, repré-



Courbe A. — L'activité de l'amylase.
Sucre en milligrammes pour 100 du mélange sérum-amidon.
Courbe B. — Protéines du sérum en grammes pour 100.

sente, dans nos conditions d'expériences, environ 37 pour 100 d'amidon sec transformé en glucose (sérum n° 4, environ 40 pour 100).

Conclusions. — 1° La courbe de l'activité de l'amylase du sérum de cheval, suivant les saignées successives, est analogue à celle des substances protéiques contenues dans le même sérum.

2° Le pouvoir hydrolysant de l'amylase peut être évalué non en centi-

mètres cubes de sérum mis en expériences, mais en *grammes de protéines sériques*. Les conditions de cette mesure sont :

a. Empois d'amidon à 1g,36 pour 100.

b. 13 à 14 pour 100 de sérum dans le mélange mis en expérience.

c. pH = 6,4 du mélange sérum-amidon.

3° Dans ces conditions précises, 1g de protéines sériques transforme, en 24 heures à 37°, environ 37 à 40 pour 100 d'amidon sec en glucose.

4° Le pouvoir de l'amylase ne présente que de faibles variations (peut-être à cause de la présence de substances empêchantes ou activantes du sérum), au cours de saignées successives. Les fluctuations des courbes doivent être rapportées aux substances protéiques du sérum, dont la quantité varie suivant les saignées, et qui servent probablement de substratum aux ferments solubles.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Expériences sur l'action d'aminoacides vis-à-vis des tumeurs de goudron chez la Souris*. Note [1] de MM. **F. Vlès, A. de Coulon, J. Nicod**, transmise par M. A. d'Arsonval.

A la suite de travaux antérieurs [2] où deux de nous ont mis en évidence des relations entre le décalage des points isoélectriques musculaires et la réceptivité des Souris pour les greffes de tumeurs épithéliales, nous avons été amenés à étudier l'action de produits de dislocation des substances protéiques sur ces derniers phénomènes. En particulier les acides aminés se sont montrés subdivisés en deux groupes [3] fournissant des types d'évolution de l'indice de réceptivité opposés, l'un étant surtout accélérateur (type C), et l'autre surtout inhibiteur (type A) de la prise des greffes.

Pour pousser plus loin l'analyse, nous avons renversé le problème : au lieu de modifier, par l'introduction préalable de pareilles substances, le

---

(1) Séance du 25 novembre 1929.

(2) Nous renvoyons au résumé d'ensemble que nous avons donné de cette question : Vlès et de Coulon, *Revue des notions actuelles sur un problème de physico-chimie pathologique* (*Arch. Phys. biol.*, 7, v, mai 1929, p. 1-64).

(3) Vlès et de Coulon, *Recherches sur les propriétés physico-chimiques des tissus en relation avec l'état normal ou pathologique de l'organisme*, 5e partie (*Arch. Phys. biol.*, 7, i, 1929, p. 1-24).

terrain physico-chimique d'un animal neuf auquel on aurait greffé postérieurement une tumeur, nous avons cette fois essayé d'agir sur des animaux préalablement rendus cancéreux. Pour éviter l'objection de fragilité qu'on peut faire aux tumeurs greffées, nous avons utilisé des tumeurs de goudron

		Ac. aspartique	II. A. Mélange proline-cystine.	III. B. Mélange alanine-proline-cystine.	I. C. Mélange de divers acides aminés.	Témoins
AMÉLIORATIONS	Disparitions complètes du cancer.		● ● ● ●	● ●	● ◐	
	Régressions en cours.	● ● ●	● ◐ ⊙	● ● ● ◭ ●	◐ ● ⊙ ●	
STATIONNAIRES		◐	◭ ◐ ◐		● ● ●	● ● ● ● ● ●
AGGRAVATIONS						● ◐ ● ◐ ● ◐ ● ⊙ ▲

Types de tumeurs :
I ●
II ⊙
III ▲

Action de divers aminoacides sur les tumeurs de goudron de la Souris.

(obtenues par badigeonnage répété de la Souris, pendant cinq ou six mois, au moyen de goudron Bloch de Zurich, jusqu'à transformation des papillomes en cancers nets). Les animaux ont été avant l'expérience l'objet d'une biopsie, et, à leur mort, soumis à un examen histologique, qui ont permis de définir, avec le type de la tumeur, le sens de l'évolution de celle-ci.

Les biopsies des tumeurs ont en effet montré à l'un de nous l'existence de trois types de celles-ci : l'un I, le plus fréquent, rappelant l'épithélioma spino-cellulaire de la peau de l'Homme; un autre II, voisin du baso-cellu-

laire; le dernier III, très spécial, ressemblant, malgré des caractères épithéliaux nets, à un sarcome. D'une façon générale on a, d'après les données histologiques, classifié les évolutions d'une tumeur, pour une Souris donnée, en trois possibilités : aggravation, état stationnaire, ou amélioration (celle-ci pouvant aller jusqu'à la disparition du tissu cancéreux).

En partant des données expérimentales et théoriques antérieures, nous avons porté principalement l'attention sur des acides aminés et iminés du groupe inhibiteur (type A), qui ont été étudiés, soit seuls, soit mélangés; ces substances ont été employées à l'état solide, en poudres agglutinées avec de la dextrine, sous forme de pastilles aseptisées que l'on introduisait sous la peau du ventre; chaque pastille correspondant à environ 1 décigramme de substance totale active.

Des premiers résultats d'expériences encore en cours on a retenu quelques mélanges qui ont paru d'action plus intéressante. Nous donnons à titre d'exemple (voir la figure), en parallèle avec les témoins, l'action (en une seule injection) de l'acide aspartique, celle d'un mélange à poids égaux de *d-l*-proline et de *l*-cystine (II, A), celle d'un mélange équimoléculaire de *d-l*-alanine, *d-l*-proline, *l*-cystine (III, B); et aussi celle (en plusieurs injections à une semaine d'intervalle) d'un mélange équimoléculaire d'un grand nombre d'acides aminés, alanine, cystine, proline, leucine, glycocolle, acide aspartique (I, C). *Contrairement aux témoins, les animaux traités jusqu'à présent n'ont fourni aucun cas d'aggravation, mais ont montré par contre de nombreux cas d'amélioration; quelques-uns de ceux-ci ont été jusqu'à la disparition complète du tissu cancéreux*, ne laissant plus subsister qu'un papillome superficiel.

Il est intéressant de noter que les améliorations ainsi constatées sont strictement des régressions du type histologique, et qu'il n'est pas évident pour le moment que celles-ci soient reliées à une évolution progressive de l'animal porteur : jusqu'à présent, la survie des animaux ainsi traités, même lorsqu'ils ont été entièrement débarrassés de leur tumeur cancéreuse, n'a pas toujours été plus considérable que celle des témoins; mais les Souris badigeonnées au goudron pendant longtemps sont nécessairement dans un état de fragilité particulière, et l'intoxication par les substances du goudron persiste après l'involution des tumeurs.

A $16^{h}30^{m}$, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 17^{h}.

E. P.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS PENDANT LES SÉANCES DE NOVEMBRE 1929.

La silice et les silicates, par HENRY LE CHATELIER, traduction en russe par MM. LAZAREV et PONOMAREV. Leningrad, 1929; 1 vol. 26cm.

El túnel intercontinental de Gibraltar, par CARLOS IBAÑEZ DE IBERO. Cahors, 1929; 1 fasc. 25cm,5. (Présenté par M. G. Perrier.)

Catalogue et mouvements propres, par G. FAYET. Nice, H. Ventre fils, 1929; 1 vol 32cm.

Hypocycloïdes et épicycloïdes, par J. LEMAIRE. Paris, Vuibert, 1929; 1 fasc. 23cm.

Recherches sur la Théorie des nombres, par KRAITCHIK. Tome II : *Factorisation*. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1929; 1 vol. 25cm,5. (Présenté par M. d'Ocagne.)

Le charbon, matière première de l'industrie chimique, par C. MATIGNON. Louvain. Fr. Centerick, 1929; 1 fasc. 25cm,5.

Œuvres de G. Humbert, par MM. PIERRE HUMBERT et GASTON JULIA. Tome I. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1929; 1 vol. 28cm,5.

The danish *Dana*-Expeditions 1920-1922 in the North Atlantic and the Gulf of Panama. Oceanographical reports edited by the *Dana* Committee, nº 4. *Les poissons apodes appartenant au sous-ordre des nemichthydiformes*, par LOUIS ROULE et LÉON BERTIN. Copenhagen, Gyldendalske boghandel, 1929; 1 vol. 34cm. (Présenté par par M. Joubin.)

Le calcul vectoriel, par R. BRICARD. Paris, Armand Colin, 1929; 1 vol. 17cm,5. (Présenté par M. d'Ocagne.)

Cahiers scientifiques. Fascicule IV : *Leçons sur les systèmes d'équations aux dérivées partielles*, par MAURICE JANET. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1929; 1 vol. 25cm,5.

Mémoriial des Sciences physiques, publié sous le patronage de l'Académie des sciences de Paris; directeurs : HENRI VILLAT et JEAN VILLEY. Fascicule X : *Détermination expérimentale des efforts intérieurs dans les solides*, par M. AUGUSTIN MESNAGER. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1929; 1 fasc. 25cm,5.

Collection de monographies sur la théorie des fonctions. *Les problèmes des isopérimètres et des isépiphanes*, par T. BONNESEN. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1929; 1 vol. 25cm,5. (Présenté par M. Borel.)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 30 DÉCEMBRE 1929

PRÉSIDENCE DE M. LOUIS MANGIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Après le dépouillement de la Correspondance, M. le **Président** s'exprime en ces termes :

Mes chers Confrères,

La dernière séance que j'ai l'honneur de présider est attristée par la mort de M. **Michelson**, d'abord correspondant pour la Section de Physique générale depuis 1900 et devenu associé étranger en 1920. Albert Michelson, né à Strelno, près de Posen, qui a occupé pendant longtemps la chaire de Physique à l'Université de Chicago, est célèbre par ses recherches de très haute précision sur la Lumière.

Après avoir mesuré, à l'aide de dispositions nouvelles d'une grande sensibilité, la vitesse de la lumière ainsi que celle de l'entraînement des ondes lumineuses par les corps en mouvement et confirmé sur ce dernier point les résultats de Fizeau, Michelson résout des problèmes nouveaux à l'aide d'un interféromètre de son invention. Grâce à cet appareil, qui permet de faire interférer les deux faisceaux d'une même source lumineuse après qu'ils ont parcouru des directions perpendiculaires, il a pu démontrer que les radiations émanées des corps sont en réalité complexes, sauf la raie rouge du cadmium et deux raies du mercure qui sont simples.

Il a résolu le problème capital de la détermination du *mètre international en longueurs d'onde*. Ce travail d'une portée considérable rattache le mètre à une mesure regardée comme immuable. D'autre part il a donné pour trois radiations les longueurs d'onde exactes, rapportées au mètre, qui sont les bases fondamentales de toutes les mesures de longueur d'onde.

Ces résultats ont été vérifiés depuis par l'interféromètre Perot et Fabry.

Michelson a construit un spectroscope nouveau dit le réseau à échelons, très lumineux et avec un grand pouvoir séparateur; il a construit d'excellents réseaux plus puissants que ceux de Rowland.

Nous devons encore signaler l'expérience célèbre, connue sous le nom *d'expérience de Michelson*, réalisée en vue d'étudier à nouveau et avec une plus grande précision, l'influence du mouvement de la Terre sur les phénomènes optiques produits à sa surface. A l'aide de son interféromètre l'un des faisceaux étant placé dans le sens du mouvement de la Terre, Michelson a comparé les vitesses de la lumière dans les deux directions, mais le déplacement des franges, signe d'une inégalité des vitesses, n'a pas eu lieu. Le résultat a donc été négatif. Cette expérience a soulevé de nombreuses discussions et a conduit la plupart des physiciens à renoncer à l'éther de Huygens et de Fresnel.

En s'appuyant sur une idée émise par Fizeau, il a pu aussi mesurer le diamètre d'étoiles comme Antarès et Bételgeuse dont on connaît la parallaxe.

Titulaire du prix Nobel en 1927, Michelson était un physicien de la plus haute valeur, dont les admirables travaux sont déjà devenus classiques.

M. le **Secrétaire perpétuel** présente le *Bulletin bibliographique des publications périodiques reçues par l'Académie pendant l'année* 1928. La désignation des recueils cités y est complétée par l'indication de leurs cotes dans l'*Inventaire des périodiques scientifiques des bibliothèques de Paris* publié par l'Académie. Le classement par pays et, dans chaque pays, par ville a été adopté dans le but de faire ressortir l'activité scientifique des diverses régions du Globe.

M. **Émile Picard** (¹), en présentant ses *Leçons sur quelques problèmes aux limites de la Théorie des équations différentielles*, s'exprime comme il suit :

Je continue la publication de quelques-uns de mes cours de la Sorbonne commencée dans deux tomes antérieurs de la Collection des *Cahiers scientifiques* de M. Julia. Le présent volume se rapporte à des Leçons de 1908, 1909 et 1910, reprises en 1928, sur des problèmes aux limites dans la théorie des équations différentielles. Ces problèmes ont souvent leur origine dans des questions de physique mathématique; aussi trouvera-t-on ici des exemples

(¹) Séance du 23 décembre 1929.

de telles questions. Les équations choisies sont de types très simples; mais, après une étude assez complète de divers cas particuliers, certaines généralisations se présentent facilement.

Nous nous occupons d'abord dans une première partie d'équations différentielles ordinaires. Dans ces problèmes, les méthodes d'approximations successives jouent un rôle essentiel, demandant d'ailleurs à être maniées avec prudence, car il peut arriver que les approximations divergent. Le cas des équations différentielles linéaires contenant un paramètre arbitraire est particulièrement intéressant; il pose des problèmes aux limites de natures variées.

Les équations aux dérivées partielles ont retenu ensuite notre attention. Certains types de problèmes classiques pour l'équation de Laplace se posent dans des cas beaucoup plus généraux. On peut aussi, au lieu de se borner dans le cas de deux variables à des aires limitées par un contour, considérer des équations aux dérivées partielles sur une surface fermée avec des singularités convenables pour leurs intégrales, comme il arrive par exemple pour l'équilibre calorifique d'une surface fermée de l'espace à trois dimensions rayonnant au dehors. Il est également possible d'envisager, pour certaines équations différentielles correspondant à une surface fermée, des intégrales partout continues généralisant de diverses manières les fonctions Y_n de Laplace relatives à la sphère.

Telle est la nature de quelques-unes des questions traitées dans ce volume qui a été rédigé par un de mes auditeurs de 1928, M. Marcel Brelot, agrégé de l'Université.

POLARISATION ROTATOIRE. — *Sur la synthèse asymétrique et sur l'existence en solution des composés racémiques.* Note (1) de M. **A. Cotton**.

Dans une Note récente (2) où j'étudiais l'action de la lumière polarisée circulairement et d'un champ magnétique sur des plaques photographiques, je suis revenu sur la question, dont je me suis occupé autrefois, de la synthèse asymétrique. Je viens d'apprendre que le procédé que j'avais proposé et essayé moi-même vient d'être appliqué avec succès, à Heidelberg, par MM. Werner Kuhn et E. Braun (3). Ces physiciens avaient mesuré,

(1) Séance du 23 décembre 1929.

(2) A. Cotton, *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 657.

(3) W. Kuhn et E. Braun, *Die Naturwissenschaften*, **17**, 5 avril 1929, p. 227.

avec M. K. Freudenberg, la dispersion rotatoire de l'éther éthylique de l'acide α-bromopropionique :

$$CH^3\overset{H}{\underset{Br}{C}}COOC^2H^5.$$

Ils avaient remarqué que les rotations de ce composé, mesurées sur des solutions alcooliques, s'accroissaient énormément quand on employait des radiations de longueurs d'onde de plus en plus petites, puis décroissaient et changeaient de signe. Cela leur a fait penser que ce corps devait présenter le dichroïsme circulaire. Ils ont dès lors exposé à de la lumière polarisée circulairement, de longueur d'onde 2800 unités d'Angström, des solutions alcooliques de l'éther *racémique* correspondant. Ils ont employé à la fois des rayons polarisés circulairement droit et gauche. Une fois la décomposition nettement obtenue ils ont constaté que la substance exposée aux rayons droits était devenue légèrement dextrogyre, celle exposée aux rayons gauches légèrement lévogyre. La différence des rotations, dans les deux cas, atteignait $\frac{1}{10}$ de degré.

Malgré la petitesse des rotations ce résultat est fort intéressant parce qu'il montre qu'on peut effectivement séparer les deux antipodes optiques que fournissent, en égale quantité, les procédés de synthèse chimique où l'on part de produits inactifs, en employant cet agent physique dissymétrique que constitue la lumière polarisée circulairement.

On peut souhaiter encore constater des rotations plus considérables. Je voudrais à ce sujet revenir sur quelques remarques déjà faites dans le Mémoire du *Journal de Chimie physique* auquel je renvoyais dans ma dernière Communication, remarques que je puis compléter aujourd'hui. Il convient d'opérer avec celles des radiations actives pour lesquelles le dichroïsme est le plus marqué. Les données sur la dispersion rotatoire dans l'ultraviolet citées par MM. Kuhn et Braun conduisent, si on les rapproche des travaux de G. Bruhat ([1]) sur le dichroïsme circulaire, à penser que c'est pour des longueurs d'ondes plus courtes, celles pour lesquelles les rotations changent de signe, que l'on peut s'attendre à trouver le dichroïsme circulaire le plus grand.

D'autre part, il s'agit peut-être d'un cas où l'on a affaire à un *composé* racémique incomplètement dissocié en solution : or c'est sur un *mélange*

([1]) G. Bruhat, *Annales de Physique*, 3, 1915, p. 232.

inactif par compensation des deux corps symétriques et dichroïques que l'on peut espérer obtenir nettement la séparation cherchée par la lumière circulaire.

Beaucoup de personnes ont exprimé pendant ces dernières années, dans des mémoires ou dans des livres, l'opinion que les composés racémiques n'existent pas en solution; qu'à l'état dissous ces composés ne forment plus qu'un mélange inactif par compensation. Cette opinion est peut-être exacte dans certains cas, mais elle n'est certainement pas toujours exacte. L'expérience suivante fort simple suffit à le montrer : si l'on mélange des volumes égaux de deux solutions tout à fait pareilles, l'une de tartrate de cuivre droit, l'autre de tartrate de cuivre gauche (par exemple des solutions obtenues en ajoutant 2^{g} de tartrate à 100$^{cm^3}$ de solutions de soude ou de potasse également à 2 pour 100), on ne devrait rien constater : or lorsqu'on mélange ces deux liqueurs bleu clair le mélange prend aussitôt une couleur différente et plus foncée. On trouvera ci-après (p. 1260) une Note de M. Gheorghiu, qui a fait pour ces deux solutions et pour leur mélange, la mesure de leurs pouvoirs absorbants pour la raie verte du mercure : il trouve une différence très marquée entre le mélange et ses constituants. L'étude de la dissociation du composé racémique, étude qui pourrait être faite à partir de semblables mesures d'absorption pour plusieurs radiations, pourrait montrer dans quelles conditions de concentration on peut espérer obtenir les séparations les plus nettes entre les deux corps symétriques.

RADIOCHIMIE. — *Fluorescence sensibilisée en milieu liquide (transfert d'activation par induction moléculaire).* Note (¹) de M. **Jean Perrin** et Mlle **Choucroun**.

L'étude de la fluorescence en milieu liquide a conduit (²) à expliquer toute fluorescence par la désactivation, avec émission de lumière, d'une molécule activée (au sens introduit par Arrhenius, dès 1889). Elle a également conduit, avant la Mécanique ondulatoire (et considérant chaque molécule comme un oscillateur de période donnée par la couleur de la lumière absorbée), à considérer une *induction moléculaire* (électromagné-

(¹) Séance du 23 décembre 1929.
(²) Jean Perrin, *Conseil Solvay de Chimie*, 1924, p. 322.

tique) entre molécules de même sorte, ou plus généralement de même couleur [1].

Cette *induction de résonance* se manifeste par l'abaissement du pouvoir fluorescent de tout corps, soit quand sa concentration croît [2], soit quand on le mélange avec un corps de même couleur [3], abaissement que l'on comprend si une induction, accompagnée de répulsion, peut se produire à distance entre un circuit activé et un circuit synchrone (ce qui arrivera plus souvent si les molécules deviennent plus voisines).

La résonance est assez lâche, mais ne semble pas pouvoir se produire quand le quantum émis est inférieur à celui qui pourrait activer la molécule repoussée : nous avons constaté par exemple, par le dispositif décrit plus loin, que l'addition de phénosafranine (fluorescence verdâtre) ne diminue pas la fluorescence du bleu fluorescent excité par la lumière rouge (que n'absorbe pas la phénosafranine).

L'induction de résonance se manifeste encore par le fait que la loi d'action de masse est valable à des dilutions pour lesquelles la désactivation par induction est importante [4]. Ce qui se comprend seulement si, par un phénomène inverse du précédent, une molécule peut s'activer à distance grâce à l'approche suffisamment rapide d'une molécule synchrone (qui alors perd de l'énergie).

Si, par suite de l'induction, il peut se produire à distance une transformation intégrale du quantum d'activation en énergie cinétique, il doit également pouvoir se produire, sans répulsion (et plus particulièrement en milieux visqueux ou rigide), un passage intégral de ce quantum du premier circuit au second. Ce sera le *transfert d'activation* qui substitue, *à distance*, sans changer les vitesses, une molécule activée à une autre molécule activée.

Déjà, Francis Perrin a montré que ce transfert explique la décroissance de la polarisation de la fluorescence lorsque la concentration en molécules synchrones grandit [5]. Un tel transfert explique également les fluorescences sensibilisées, découvertes en milieux gazeux par Franck et Cario : si par

---

[1] JEAN PERRIN, *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 1097; et, pour la théorie générale FRANCIS PERRIN et JEAN PERRIN, *Réunion internationale de Chimie physique*, 1928, p. 354.

[2] JEAN PERRIN, *Ann. Phys.*, 10, 1918, p. 133; *Comptes rendus*, 177, 1923, p. 612.

[3] JEAN PERRIN, *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 1097.

[4] JEAN PERRIN et Mlle CHOUCROUN, 193, 1926, p. 329, et 184, 1927, p. 985.

[5] *Réunion internat. de Chimie physique* de 1928, p. 354; *Annales de Physique*, 12, 1929, p. 169.

exemple la raie caractéristique du thallium est émise par un mélange de vapeur de mercure et de thallium éclairé par la lumière de résonance du mercure (laquelle n'est pas absorbée par le thallium), c'est que tel atome excité de mercure active, par résonance lâche, tel atome de thallium dès lors capable de se désactiver avec fluorescence.

Nous avons réussi, non sans difficulté, à mettre en évidence, en milieu liquide, une fluorescence sensibilisée, prouvant le transfert direct de l'énergie d'activation d'une molécule sur une molécule normale d'une autre espèce.

Cette fluorescence sensibilisée est celle du « bleu fluorescent » (fluorescence rouge) et le sensibilisateur est la phénosafranine (fluorescence verdâtre). Les mélanges étaient excités par une lumière verdâtre qui excite vivement la phénosafranine et très peu le bleu fluorescent. Les concentrations étaient toutes assez faibles pour qu'on pût négliger la désactivation par induction, soit du bleu fluorescent sur le bleu fluorescent, soit de la phénosafranine sur la phénosafranine.

Nous avons opéré, avec le fluoromètre de Francis Perrin, par dilution progressive, en cuves d'épaisseurs proportionnelles aux dilutions, d'un même mélange initial (au dix-millième pour chacune des deux substances). Alors chaque molécule excitée garde devant elle le même nombre de molécules de chaque sorte, qui absorbent donc toujours de même (loi de Beer) la lumière excitatrice, et celle renvoyée vers l'avant par fluorescence. Auquel cas l'éclat reste proportionnel au pouvoir fluorescent, et permet de le mesurer.

Dans ces conditions, la fluorescence rouge du bleu fluorescent croît quand la concentration croît : ce qui résulte de ce que telle molécule de phénosafranine qui, à grande distance, ne communiquait pas son énergie d'activation, peut la communiquer, pour un rapprochement plus grand, à une molécule de bleu, avec émission rouge devenue possible pour cette molécule ainsi activée. La variation, contre le dix-millième et le cent-millième, atteint 11 pour 100.

Au contraire la fluorescence verdâtre de la phénosafranine décroît quand celle du bleu fluorescent croît; ce qui résulte précisément de ce que telle molécule de phénosafranine, au lieu de se désactiver avec fluorescence, a cédé son quantum à du bleu fluorescent. Elle peut au reste, aussi, se désactiver en repoussant cette dernière molécule. Et en fait, ici, la variation de fluorescence atteint 26 pour 100.

La fluorescence *secondaire*, due à l'illumination de la solution par sa propre fluorescence, n'introduit pas de cause d'erreur dans ces mesures, car elle garde la même importance pour toutes les dilutions, grâce à l'emploi de cuves d'épaisseurs proportionnelles aux dilutions, et restant « minces » par rapport à la largeur du faisceau incident.

PHYSIQUE DU GLOBE ([1]). — *Marées dynamiques d'un Océan compris entre deux parallèles. Normalisation simultanée.* Note ([2]) de M. **Marcel Brillouin**.

14. A la fin de la précédente Note (2 décembre) j'ai obtenu un système d'équations qui se rapportent toutes au seul domaine océanique, $z_1 \leqq z \leqq z_2$. Développant les termes complexes, j'obtiens six équations simultanées, pour déterminer les deux fonctions complexes $\mathcal{F}(\gamma l) = \mathcal{F}' + i\mathcal{F}''$ et $\mathcal{G}(\gamma l)$, ainsi que les deux suites de coefficients réels α_Q^s, β_Q^s.

Toutes ces équations sont relatives à la surface de référence R ($\varpi_0^2 = R^2 - z^2$), et ne dépendent que de z. Il existe un tel groupe de six équations pour chaque terme de rang Q en longitude, avec $e^{iQ\alpha}$ en facteur.

15. Pour les ondes *diurnes*, on commence à $Q = 1$, $k = 0$, sans second membre dans le premier couple d'équations (III), mais avec potentiel perturbateur donné $\mathfrak{L}_1^e$ dans la première équation (VIII). Je chercherai d'abord les six grandeurs $\mathcal{F}'_1(\gamma l)$, ..., $\mathcal{G}''_1(\gamma l)$, α_1^s, β_1^s qui sont définies par ces six équations. Cela fait, je passerai aux six équations relatives à $Q = 2$, où figurent (III), les $\mathcal{F}'_1$, ..., $\mathcal{G}''_1$ désormais connus et les $\mathcal{F}'_2$, ..., $\mathcal{G}''_2$ à calculer, ainsi que les α_2^s, β_2^s. Mais dans les équations (VIII), il ne reste plus de potentiel perturbateur. Ce sont maintenant les équations (III) qui imposent une solution non identiquement nulle à l'ensemble des équations $Q = 2$. Il en est de même pour les équations $Q = 3$, $Q = 4$, ...

Ce qui force à poursuivre pratiquement le calcul jusqu'à un rang élevé Q, c'est la complication du relief du fond ($h = \Sigma h_q e^{iq\alpha}$) en longitude.

16. Pour les ondes *semidiurnes*, il n'y a aucune partie connue dans les équations de rang $Q = 0$ et $Q = 1$. Les fonctions et coefficients relatifs à ces valeurs de Q peuvent donc, dans le cas des oscillations forcées, être pris

---

([1]) Voir les Notes précédentes : *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1637; 189, 1929, p. 5 et 957.

([2]) Séance du 23 décembre 1929.

identiquement nuls. Je commencerai donc à $Q=2$, $k=0$, sans aucun terme connu dans les équations (III), avec potentiel perturbateur semidiurne $\mathfrak{T}_2^e$ dans la première équation (VIII). Ces six premières équations résolues, on passera à $Q=3$, $Q=4$, etc. dans les conditions déjà décrites pour les oscillations diurnes.

17. La solution de chaque groupe de six équations s'obtient en deux étapes :

I. Transformation des intégrales en séries par une méthode due à M. Kameda ([1]).

II. Normalisation simultanée de six suites de fonctions données.

Première étape. — On choisit une suite de fonctions connues $\Lambda_n(\gamma l)$ normalisée pour l'intervalle $0 \to \infty$. Les fonctions de Laguerre conviennent bien dans le cas actuel. Pour transformer une quelconque des intégrales en une série de fonctions de z, par exemple $\int_0^\infty \mathcal{F}'_Q(\gamma l)\,J_Q(\gamma\varpi_0)\cos(\chi\gamma z)\,e^{-\gamma l}d\gamma$, on détermine la suite de fonctions

$$\text{(XII)} \qquad \varkappa_n(z)=\int_0^\infty J_Q(\gamma\varpi_0)\cos(\chi\gamma z)\,e^{-\gamma l}.\Lambda_n(\gamma l)\,d\gamma,$$

et l'on a, avec les mêmes coefficients inconnus φ'_n,

$$\text{(XIII)} \qquad \mathcal{F}'_Q=\Sigma\varphi'_n\Lambda_n(\gamma l) \qquad \text{et} \qquad \int_0^\infty \mathcal{F}'_Q\ldots d\gamma=\Sigma\varphi'_n\varkappa_n(z).$$

Les intégrales $\varkappa_n$ et les analogues se ramènent immédiatement à des types déjà étudiés (voir WATSON, *Theory of Bessel functions*, Chap. XIII) et s'expriment généralement à l'aide de fonctions sphériques zonales ou tessérales de $\frac{z}{R}$. C'est ici que s'introduisent les particularités qui correspondent à la difficulté due aux *parallèles critiques* dans la théorie de Laplace.

18. Après cette opération les six équations ne contiennent plus que des séries dont chaque terme est le produit d'une fonction connue de z par un coefficient numérique inconnu. *Les mêmes coefficients numériques figurent au même rang dans les six équations;* seules les fonctions de z qu'ils multiplient diffèrent d'une équation à l'autre.

Quand on connaîtra ces six suites de coefficients on remontera facilement

---

([1]) TOYOJIRO KAMEDA, *A general method for solving linear integral equations* (*Proc. of the Phys. Soc. Mat. of Japan*, 3e série, **10**, XI, 1928, p. 231).

aux fonctions $\mathcal{F}$, et de là à la fonction $\mathcal{X}$, à la pression, aux vitesses, pour tout point de la profondeur de la mer, et au soulèvement ε de sa surface.

Malheureusement, ces six équations linéaires, avec les $6 \times \infty$ coefficients inconnus ne se prêtent pas, sans préparation, à leur détermination; il faudrait que les six suites de fonctions possédassent quelque propriété équivalente à ce qu'est l'orthogonalité pour une seule suite. C'est la seconde étape de la solution.

19. *Deuxième étape.* — Pour suivre facilement le plan du calcul, il importe de choisir convenablement les notations.

Les fonctions (telles que χ_n) seront désormais représentées par une même lettre X avec deux indices X^{N}_{6n+k}; l'indice N placé en haut, en chiffres romains I, II, ..., VI, indique celle des six équations (rangées dans un ordre choisi arbitrairement) à laquelle la fonction appartient; l'indice inférieur $6n+k$ $(k=0, 1, \ldots, 5)$ apprend le rang k qu'occupe la fonction parmi celles qui proviennent de l'emploi de la même fonction Λ_n.

Les coefficients a_{6n+k} ont seulement l'indice inférieur, puisqu'ils sont les mêmes, au même rang, dans les six équations.

La quatrième équation, par exemple, sera écrite

$$\sum_{n=0}^{\infty}(a_{6n}X^{\text{IV}}_{6n} + a_{6n+1}X^{\text{IV}}_{6n+1} + \ldots + a_{6n+5}X^{\text{IV}}_{6n+5}) = F^{\text{IV}}.$$

Il sera facile de dresser le tableau de correspondance entre les fonctions de z désignées ici par les X^{IV}_{6n+k}, et les fonctions complètement explicitées qu'ont fourni la mise en équation du problème et les transformations décrites aux paragraphes précédents.

Les $F^{\text{I}}, \ldots, F^{\text{VI}}$ sont les parties connues en z dans les six équations.

Une fois bien établi le tableau de correspondance des notations, les six équations s'écrivent plus brièvement

$$\text{(XIV)} \qquad \sum_{p=0}^{\infty} a_p X^{N}_{p}(z) = F^{N}(z) \qquad (N = \text{I, II, \ldots, V, VI}).$$

20. *Normalisation simultanée.* — J'adopte pour la normalisation *simultanée* des six groupes de fonctions X^{N}_{p} la transformation suivante :

$$X^{\text{I}}_{0} = U^{\text{I}}_{0}, \quad X^{\text{II}}_{0} = U^{\text{II}}_{0}, \quad \ldots, \quad X^{\text{VI}}_{0} = U^{\text{VI}}_{0};$$
$$X^{\text{I}}_{1} = c_{1,0}U^{\text{I}}_{0} + c_{1,1}U^{\text{I}}_{1}, \quad \ldots, \quad X^{\text{VI}}_{1} = c_{1,0}U^{\text{VI}}_{0} + c_{1,1}U^{\text{VI}}_{1}$$

et, en général,

$$\text{(XV)} \qquad X^{N}_{p} = c_{p,0}U^{N}_{0} + c_{p,1}U^{N}_{1} + \ldots + c_{p,q}U^{N}_{q} + \ldots + c_{p,p}U^{N}_{p},$$

avec les mêmes coefficients dans les six équations qui définissent, par récurrence, les six fonctions nouvelles U_p^N par les six fonctions X_p^N et toutes les fonctions précédemment obtenues U_q^N $(q < p)$.

Adoptons maintenant, arbitrairement mais judicieusement, des *poids* ou *facteurs d'importance*, $\Pi^N(z)$, toujours positifs dans l'intervalle utilisé $z_1 \leqq z \leqq z_2$; la condition de normalisation adoptée est

$$(XVI) \qquad \int_{z_1}^{z_2} [U_p^I U_q^I \Pi^I + U_p^{II} U_q^{II} \Pi^{II} + \ldots + U_p^{VI} U_q^{VI} \Pi^{VI}]\, dz = \begin{cases} 0 & p \neq q. \\ 1 & p = q \end{cases}$$

Les coefficients $c_{p,q}$ sont déterminés par cette condition, sous une forme facile à écrire, et les coefficients $c_{p,p}$, par leur carré.

21. Ayant les coefficients c_p la substitution des expressions (XV) dans les équations (XIV) les transformera en

$$(XVII) \qquad \sum_{p=0}^{\infty} b_p U_p^N = F^N$$

avec les mêmes coefficients

$$b_p = \sum_{s=0}^{\infty} a_{p+s} c_{p+s,p}$$

dans les six équations. La condition de normalisation permet maintenant de déterminer les coefficients b_p par

$$(XVIII) \qquad b_p = \int_{z_1}^{z_2} [F^I(z) U_p^I(z) \Pi^I(z) + \ldots + F^{VI} U_p^{VI} \Pi^{VI}]\, dz.$$

Des b_p on pourrait remonter aux a_p. Mais c'est un travail qu'il vaudra mieux éviter en reportant les expressions (XV) des X en fonction des U dans toutes les fonctions dont la connaissance est importante, potentiel, pression, vitesses, soulèvement, qui sont désormais déterminés.

Après avoir procédé ainsi pour le premier groupe de six équations des ondes semidiurnes, $Q = 2$, on se servira des valeurs obtenues pour former explicitement le second groupe $Q = 3$, qu'on traitera de même, et l'on continuera jusqu'à ce que les termes suivants paraissent définitivement négligeables.

22. *Remarque finale.* — Il est intéressant de constater que l'emploi initial de fonctions cylindriques n'a pas empêché d'adapter la solution à la forme sphérique de la Terre. Cela entraîne toutefois des complications (§ 2) (§ 14-17) qu'il vaudrait mieux éviter. C'est à quoi je suis parvenu récemment par une méthode beaucoup plus directe, plus facilement adaptable à une forme irrégulière des rivages, sur une terre ellipsoïde.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Rôle d'*Ornithodorus erraticus *dans la transmission naturelle de deux spirochètes récurrents. Danger de la propagation de la fièvre récurrente hispano-marocaine à l'Algérie et à la Tunisie.* Note [1] de MM. **Charles Nicolle, Charles Anderson** et **Jacques Colas-Belcour**.

Jusqu'à ces derniers temps, on pensait que chaque spirochète récurrent était lié à un ornithodore particulier.

Nous avons montré [2] qu'au point de vue expérimental l'indifférence des spirochètes pour l'espèce à laquelle appartient l'ornithodore est totale et que l'adaptation se produit toujours à condition qu'il s'agisse d'un spirochète transmis dans la nature par un ornithodore. L'exemple le plus démonstratif que nous avons donné est celui de la transmission d'un spirochète du Turkestan russe par un ornithodore du Maroc avec lequel il n'a jamais pu évidemment se trouver en contact.

La démonstration que l'un de nous vient d'apporter [3] de l'identité d'*Orn. erraticus* Lucas avec *Orn. marocanus* Vélu montre que ce que nous avions réalisé expérimentalement se rencontre dans la nature.

Orn. erraticus, dont l'habitat s'étend de l'Espagne méridionale à l'Égypte, convoie et transmet au moins deux spirochètes différents ou plutôt deux groupes différents de spirochètes : Au Maroc, *Sp. hispanicum* de la récurrente humaine du type espagnol et ses variétés marocaines des terriers de petits rongeurs et des terriers de porcs-épics; en Tunisie, *Sp. normandi* (que transmet aussi *Orn. normandi*) ou plutôt sa variété *carthaginiense* que nous avons parfois désignée sous le nom d'*erratici*.

Entre les régions du Maroc où l'existence des spirochètes du groupe *hispanicum* a été démontrée (cercle des Doukkala; région de Casablanca à Rabat, région de Kénitra, région de Tétuan) et les points de la Tunisie où celle du groupe *normandi* a été reconnue (le Kef, Carthage), s'étend une vaste zone dans laquelle la présence d'*Orn. erraticus* est signalée, que ce

(1) Séance du 23 décembre 1929.

(2) Ch. Nicolle, Ch. Anderson et J. Colas-Belcour. *Adaptation expérimentale de spirochètes récurrents à des ornithodores autres que ceux qui les transmettent dans la nature* (*Comptes rendus*, **187**, 1928, p. 1105).

(3) J. Colas-Belcour, *Identité d'*Ornithodorus erraticus *Lucas et d'*Ornithodorus marocanus *Vélu* (*Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 1316 ci-dessous).

soit sous son nom ou sous celui d'*Orn. marocanus*. Il serait intéressant de chercher, dans cette zone qui comprend toute l'Algérie, où s'arrête, en venant de l'ouest, le domaine de *Sp. hispanicum* et où commence celui de *Sp. normandi*. D'autre part, la recherche et la détermination des spirochètes d'*Orn. erraticus* s'impose dans le Sud tunisien, la Lybie et l'Égypte.

Cette enquête permettra de se représenter, pour la première fois, le rôle d'agent multiple de conservation et de transmission de virus récurrents que peut jouer, dans la nature, une seule espèce d'ornithodores.

Le rôle que joue *Orn. marocanus* dans la propagation de la récurrente hispano-marocaine fait craindre que cette maladie soit en cours d'extension, non encore reconnue, dans les parties occidentales au moins de l'Algérie. On devra désormais, non seulement, y chercher la présence du spirochète chez l'ornithodore, mais aussi, dans tout cas de récurrente constatée, déterminer si le spirochète appartient à l'espèce *Obermeieri* de la récurrente mondiale ou au groupe *hispanicum* que caractérise son pouvoir pathogène spécial pour le cobaye.

Étant donnée l'aire de répartition d'*Orn. erraticus*, il suffirait du déplacement d'un malade atteint de récurrente hispano-marocaine, pour que la maladie fasse un brusque bond, de ses foyers marocains, dans la direction de la Tunisie.

M. **Ch. Fabry** (¹) fait hommage à l'Académie d'un fascicule résumant les travaux de la *Réunion de l'ozone et de l'absorption atmosphérique*, qui a eu lieu à Paris sous sa présidence en mai 1929. Le but de cette réunion était surtout de discuter les résultats acquis dans l'étude de l'ozone de la haute atmosphère et de préparer un programme pour les recherches futures.

En présentant à l'Académie son nouveau livre *Leçons sur la Théorie des Tourbillons*, M. **Henri Villat** (²) s'exprime ainsi :

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie mes *Leçons sur la Théorie des Tourbillons*, premier volume des publications de l'Institut de Mécanique des Fluides de l'Université de Paris. Les leçons que j'ai professées en 1929 à la

(¹) Séance du 23 décembre 1929.
(²) Séance du 23 décembre 1929.

Faculté des Sciences constituent le point de départ de ce livre. J'ai essayé de mettre le plus de clarté possible dans les développements, et, par une mise au point de théories nouvelles, de relier d'une façon naturelle les questions étudiées. J'ai particulièrement insisté sur le problème de Poincaré dans un fluide limité, sur les configurations tourbillonnaires régulières et l'explication qu'elles permettent de donner des expériences sur les tourbillons alternés (théorie qui en fluide limité présente certains paradoxes dont on trouvera ici les motifs, avec la manière de les éviter).

La représentation conforme présente dans la Théorie des Tourbillons de fort belles applications. Nous en avons exposé les plus essentielles et les plus fructueuses.

Les tourbillons de dimensions finies font l'objet de plusieurs chapitres. Après rappel des cas classiques connus (cylindre elliptique, sphère, tore), on traite le problème général où la configuration initiale est quelconque, et où l'on en suit la déformation et le mouvement dans le temps. Des inégalités fondamentales concernant les dérivées des potentiels permettent de démontrer le théorème de M. L. Lichtenstein, dont les applications sont d'une grande importance.

Les fluides visqueux font l'objet du dernier chapitre. La généralisation et l'extinction des tourbillons, par suite de la viscosité, se mettent en évidence par des formules d'une apparence finale très aisée.

Il n'est que juste de noter ici notre vive gratitude pour la Maison Gauthier-Villars, qui s'est chargée de l'impression de ce volume, dans des conditions de rapidité et de perfection qui auraient semblé irréalisables si elles ne lui étaient pas si habituelles.

M. **Jules Richard** fait hommage à l'Académie d'un volume intitulé *Copépodes pélagiques particulièrement de surfaces, provenant des Campagnes scientifiques de S. A. S. le prince Albert Ier de Monaco* (fascicule LXXVII); par Maurice Rose.

M. G. **Ferrié** fait hommage à l'Académie du *Recueil des travaux de l'Assemblée générale de l'Union Radio Scientifique Internationale tenue à Washington en octobre* 1927 *et à Bruxelles en septembre* 1928.

PRÉSENTATIONS.

Dans la formation d'une liste de deux candidats au poste de Directeur de l'Observatoire d'Alger, pour la première ligne, M. *André Danjon* obtient 27 suffrages contre 2 à M. *Joanny Lagrula;* pour la seconde ligne, M. *Joanny Lagrula* obtient 26 voix contre 3 à M. *Jules Baillaud*.

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne............ M. **André Danjon**,
En seconde ligne............. M. **Joanny Lagrula**.

Dans la formation d'une liste de deux candidats au poste de Directeur de l'Observatoire de Besançon, pour la première ligne, M. *Jules Baillaud* obtient 20 suffrages contre 15 à M. *Alexandre Véronnet;* pour la seconde ligne, M. *Alexandre Véronnet* obtient 24 suffrages.

Il y a 5 bulletins blancs et 4 bulletins nuls.

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne.......... M. **Jules Baillaud**,
En seconde ligne........... M. **Alexandre Véronnet**.

CORRESPONDANCE.

MM. **E. Faye**, **Henri Cottier** adressent des remercîments pour les subventions qui leur ont été accordées sur la *Fondation Loutreuil*.

M. **Pierre Lesage** adresse des remercîments pour la distinction qui a été accordée à ses travaux.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Leçons sur les systèmes d'équations aux dérivées partielles*, par Maurice Janet.

2° E.-A. MARTEL. *La France ignorée. Des Ardennes aux Pyrénées.*

3° et 4° *Les prix Nobel en* 1927; *les prix Nobel en* 1928.

5° *Carte géologique de la Vallée de Sales et du Cirque des Fonts*, par ROBERT PERRET. (Présenté par M. F. Termier.)

ARITHMÉTIQUE. — *Sur les nombres transcendants.* Note (¹) de M. **A. Gelfond**, présentée par M. Hadamard.

Nous démontrons dans cette Note que le nombre e^{π} et les nombres $\omega^{i\sqrt{p}}$, où ω est un nombre algébrique et p un nombre entier et positif, sont des nombres transcendants. La démonstration qui nous sert pour le nombre e^{π} doit être un peu modifiée pour les nombres $\omega^{i\sqrt{p}}$.

Supposons e^{π} algébrique et satisfaisant à l'équation

$$a_0 x^q + a_1 x^{q-1} + \ldots + a_q = 0,$$

où $a_0, a_1, \ldots, a_q$ sont des nombres entiers. Numérotons les entiers complexes $m + ni$ (m et n entiers) par ordre de modules croissants et, pour des modules égaux, dans l'ordre de la croissance des arguments. Tous les nombres $z_i [i = 0, 1, \ldots, n_k]$ étant dans le cercle $|z| = \tau_k$, leur nombre est $\pi\tau_k^2 + \alpha\tau_k + o(\tau_k)$, $\alpha < 2\sqrt{2}\pi$ (²) et par conséquent

$$|z_n| = \sqrt{\frac{n}{\pi}} + o(\sqrt{n}).$$

Formons une suite de polynomes

$$P_0(z) = 1, \qquad P_1(z) = z, \qquad P_n(z) = z(z - z_1)\ldots(z - z_{n-1}), \qquad \ldots$$

et développons la fonction $e^{\pi z}$ en série de nos polynomes. Nous savons (³) que

$$e^{\pi z} = A_0 + A_1 P_1(z) + A_2 P_2(z) + \ldots + A_n P_n(z) + R_n(z) \tag{1}$$

où

$$A_k = \frac{1}{2\pi i}\int_{C_k} \frac{e^{\pi z}\,dz}{z(z - z_1)\ldots(z - z_k)},$$

$$R_n(z) = \frac{P_{n+1}(z)}{2\pi i}\int_{|z|=n} \frac{e^{\pi z}\,dz}{z(z - z_1)\ldots(z - z_n)}.$$

(¹) Séance du 23 décembre 1929.

(²) E. LANDAU, *Vorlesungen über Zahlentheorie*, 2, p. 185.

(³) NORLUND, *Differenzenrechnung*, p. 200.

Ici, $R_n(z) \to 0$ et $e^{\pi z}$ est développable en série de polynomes $P_n(z)$, avec

$$(2)\qquad A_n = \frac{1}{2\pi i}\int_{c_n} \frac{e^{\pi z}\,dz}{z(z-z_1)\ldots(z-z_n)} = \sum_{k=0}^{k=n} \frac{e^{\pi z_k}}{\prod\limits_{\substack{0\leq i\leq n\\ i\neq k}}(z_k - z_i)} = \sum_{k=1}^{k=n}\frac{e^{\pi z_k}}{\varpi_{nk}}.$$

Prenons pour c_n la circonférence $|z| = n$ et évaluons A_n,

$$(3)\qquad |A_n| < \frac{e^{\pi n}}{\prod\limits_{0\leq i\leq n}(n - |z_i|)} = e^{-n\ln n + \pi n + O(\sqrt{n})}.$$

Nous savons ([1]) que, pour chaque K, le produit ϖ_{nk} est tel que

$$(4)\qquad \varpi_{nk} = e^{\frac{1}{2}n\ln n + \beta n + O(n)};\qquad \beta \geqq -3\pi.$$

Prenons le plus petit multiple commun des nombres ϖ_{nk} pour $k = 0, 1, 2, \ldots, n$. J'ai démontré dans un travail précédent ([2]) que ce nombre Ω_n satisfait à l'égalité

$$(5)\qquad |\Omega_n| \leqq e^{\frac{1}{2}n\ln n + 163n + O(n)}.$$

Prenons le produit $\Omega_n A_n$,

$$(6)\qquad \Omega_n A_n = \sum_{k=0}^{k=n}\frac{\Omega_n}{\varpi_{nk}}e^{\pi z_k} = \sum_{k=0}^{n} B_k e^{\pi z_k} = \sum_{k=0}^{k=n} \pm B_k e^{\pi R(z_k)},$$

où B_k sont des nombres entiers complexes et aussi pour B_k a lieu

$$(7)\qquad |B_k| \leqq e^{\frac{1}{2}n\ln n + 163n - \frac{1}{2}n\ln n + 3\pi n + O(n)} = e^{173n + O(n)}.$$

$R(z_k)$ est un nombre entier et $|R(z_k)| < \sqrt{\frac{n}{\pi}}$.

Vu que nous supposons que le nombre e^{π} est la racine d'une équation algébrique avec des coefficients entiers, nous avons ou bien

$$(8)\qquad |\Omega_n A_n| > \frac{1}{|A_0|^q e^{\sqrt{\pi n}}\left(\sum\limits_{k=1}^{n}|B_k|\right)^q} = e^{-(173q + \ln A_0 q)n + O(n)}.$$

([1]) Fukasava, *The Tohoku Mathemat. Journ.*, **27**, 1926, p. 1.

([2]) A. Gelfond, *The Tohoku Mathemat. Journ.*, **30**, 1929, p. 280.

ou bien

$$A_n = 0.$$

Nous savons, d'après les formules (3) et (5), que le produit

$$(9) \qquad |\Omega_n A_n| < e^{n e_n n + O(n)} \cdot e^{\frac{1}{2} n e_n n + O(n)} = e^{-\frac{1}{2} n e_n n + O(n)}.$$

(8) et (9) nous donnent $A_n = 0$ à partir de $h > N$. Alors

$$e^{\pi z} = \sum_{n=0}^{n=N} A_n P_n(z),$$

ce qui est impossible

Nous pouvons remplacer la fonction $e^{\pi z}$ par ω^z où ω est un nombre algébrique arbitraire et par conséquent le nombre ω^i est transcendant.

Pour les nombres $\omega^{i\sqrt{2}}$ et en particulier pour le nombre $2^{i\sqrt{2}}$, nous considérons le corps quadratique $(1, i\sqrt{2})$, et comme les nombres entiers de ce corps forment une grille, et que tous les idéaux sont des idéaux principaux, la marche de la démonstration ne change pas. Dans le cas général, pour les nombres $\omega^{i\sqrt{P}}$ nous considérons les grilles des idéaux des corps $(1, i\sqrt{P})$ et la démonstration n'en est qu'un peu plus compliquée.

Cette méthode est appliquable à divers problèmes de la théorie des nombres transcendants et en particulier au cas des nombres ω^r où ω et r sont des nombres algébriques.

Dans ce cas, probablement, aura lieu le théorème : Si les nombres ω et r sont algébriques, r irrationnel, ω^r est transcendant.

GÉOMÉTRIE. — *Sur le nombre des branches impaires des courbes appartenant à une surface du troisième ordre.* Note (¹) de Mme **M. Piazzolla Beloch.**

Soit F une surface du troisième ordre possédant 27 droites réelles a_1, $a_2, \ldots, a_6$; $b_1, b_2, \ldots, b_6$; $c_{12}, c_{13}, \ldots, c_{56}$.

De la représentation plane de la surface F on déduit que les branches d'ordre impair des courbes tracées sur la surface sont de trois catégories :

1° Branches impaires qui coupent toutes les droites de la surface en un nombre impair de points;

2° Branches impaires qui coupent 15 droites de la surface en un nombre impair de points (et les autres en un nombre pair de points);

(¹) Séance du 23 décembre 1929.

3° Branches impaires qui coupent 11 droites de la surface en un nombre impair de points (et les autres en un nombre pair de points).

Soient 1, 2, ..., 6 les points fondamentaux de la représentation plane, qui correspondent aux droites $a_1, a_2, \ldots, a_6$.

Considérons une courbe algébrique C sans point singulier tracée sur la surface, et son image plane C′. Soient B une branche impaire de cette courbe, B′ son image plane, et n le nombre des points fondamentaux multiples d'ordre impair pour B′. Si n est pair, B′ sera d'ordre impair $= B^{(i)}(n)$; si n est impair, B′ sera d'ordre pair $= B^{(p)}(n)$. {Par $B^{(p)}(n)$ [ou $B^{(i)}(n)$] nous désignons une branche paire (ou impaire), qui passe un nombre impair de fois par n points fondamentaux ($n \leqq 6$).}

Il est aisé de voir, à l'aide de la représentation plane, qu'une branche impaire de la première catégorie a pour image une

$$B^{(i)}(6);$$

une branche impaire de la deuxième catégorie a pour image une

$$B^{(i)}(2), \quad B^{(p)}(1) \quad \text{ou} \quad B^{(p)}(5).$$

En observant que dans le plan une branche impaire coupe toute branche paire en un nombre pair de points, et toute branche impaire en un nombre impair de points, et que deux branches de la courbe C′ ne peuvent pas se couper en dehors des points fondamentaux (la courbe C n'ayant pas de point singulier), on remarque que : une courbe algébrique C sans point singulier, donnée sur la surface F et douée d'une branche impaire de la première catégorie, ne peut pas avoir d'autres branches impaires.

Si la courbe C a une branche impaire de la deuxième catégorie, on peut toujours choisir la représentation plane de façon que l'image de cette branche soit une $B^{(i)}(0)$.

Cela posé, on voit, par analogie avec ce qui précède, que les autres branches impaires de la courbe C′ (s'il en existe) auront pour images des $B^{(p)}(3)$, $B^{(p)}(1)$ ou $B^{(p)}(5)$ et, en tenant compte de ce qu'une branche paire coupe toute branche (paire ou impaire) en un nombre pair de points, qui, comme nous l'avons déjà observé, doivent tomber sur les points fondamentaux, on peut déterminer toutes les configurations possibles des $B^{(i)}(0)$, $B^{(p)}(3)$, $B^{(p)}(1)$ et $B^{(p)}(5)$, images des branches impaires de la courbe C. On trouve ainsi que le nombre de ces branches ne peut pas être supérieur à 7.

Si la courbe C a seulement des branches impaires de la troisième

catégorie, les mêmes considérations montrent que le nombre de ces branches ne peut pas être supérieur à 6.

On a donc le théorème :

Une courbe algébrique, sans point singulier, appartenant à une surface du troisième ordre douée de 27 droites réelles, ne peut posséder plus de sept branches d'ordre impair (quel que soit l'ordre de la courbe).

Et *vice versa* on peut tracer sur une telle surface des courbes algébriques possédant sept branches d'ordre impair.

Pour le prouver considérons : 1° la quadrique $Q_2 = 0$, passant par une cubique gauche Γ_3 de la surface F (ayant pour image plane une droite) et qui coupe F en dehors de Γ_3 suivant une autre cubique gauche Γ'_3; 2° la quadrique $M_2 = 0$ déterminée par les droites a_1, a_2, a_3, et qui coupe F en dehors de ces droites, en b_4, b_5, b_6; 3° la quadrique $N_2 = 0$ déterminée par esl trois droites a_4, a_5, a_6, et qui coupe F, en dehors de ces droites en b_1, b_2, b_3; 4° une sphère $S_2 = 0$ ne coupant pas la surface F en points réels.

Cela posé, si $T_8 = 0$ est une surface du huitième ordre passant par Γ'_3, b_1, $b_2, \ldots, b_6$, la surface du faisceau

$$Q_2 M_2 N_2 S_2 + \lambda T_8 = 0,$$

qui s'obtient pour des valeurs assez petites de λ, coupe la surface du troisième ordre, en dehors de la cubique Γ'_3 et des droites $b_1, b_2, \ldots, b_6$, suivant une courbe algébrique irréductible, ayant sept branches impaires, respectivement voisines de Γ_3, a_1, $a_2, \ldots, a_6$.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales des équations et des systèmes d'équations aux dérivées partielles du premier ordre d'une fonction inconnue, qui possèdent les intégrales de S. Lie.* Note [1] de M. **G. Pfeiffer.**

Prenons la relation

(1) $$\Phi(\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_q, \varphi_{q+1}) = 0,$$

(2) $$\varphi_i \equiv \varphi_i(x_1, \ldots, x_n, z, c_1, \ldots, c_n),$$

(3) $c_1, c_2, \ldots, c_n =$ constantes arbitraires essentielles $(h < n - q)$,

(4) $\Phi =$ fonction arbitraire de ses arguments,

(5) $\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_{q+1} =$ fonctions données indépendantes par rapport aux $x_1, x_2, \ldots, x_n, z$,

[1] Séance du 23 décembre 1929.

et posons la question suivante : dans quelles circonstances la relation (1), après l'élimination, par différentiation, de la fonction Φ et des constantes $c_1, c_2, \ldots, c_n$, amène-t-elle à une équation ou au système d'équations

$$(6)\qquad f_i(z, x_1, \ldots, x_n, p_1, \ldots, p_n) = 0, \qquad i = 1 \quad \text{ou} \quad i = m,$$

le nombre des équations (6) étant ce qu'il devrait être dans les conditions générales.

Une telle intégrale (1) de l'équation ou du système d'équations (6) sera désignée par la lettre W.

Si l'on regarde les constantes (3) comme paramètres et si l'on fait la supposition

$$U = \frac{D(\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_q, \varphi_{q+1})}{D(x_0, x_1, \ldots, x_{q-1}, x_q)} \not\equiv 0 \qquad (x_0 = z),$$

qui ne restreint pas la généralité des raisonnements, la relation (1) représente l'intégrale générale du système des $n - q$ équations linéaires

$$(8)\qquad p_k = \alpha_q^k p_q + \alpha_{q-1}^k p_{q-1} + \ldots + \alpha_1^k p_1 - \alpha_0^k \qquad (k = q+1, \quad q+2, \ldots, n).$$

La même relation (1) représente l'intégrale W de l'équation ou du système d'équations (6), si l'un au moins des déterminants

$$(9)\qquad \begin{vmatrix} (\alpha_q^{\tau_1})_{c_1} p_q + (\alpha_{q-1}^{\tau_1})_{c_1} p_{q-1} + \ldots + (\alpha_0^{\tau_1})_{c_1} p_0, \ldots, (\alpha_q^{\tau_1})_{c_n} p_q + (\alpha_{q-1}^{\tau_1})_{c_1} p_{q-1} + \ldots + (\alpha_0^{\tau_1})_{c_n} p_0 \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ (\alpha_q^{\tau_n})_{c_1} p_q + (\alpha_{q-1}^{\tau_n})_{c_1} p_{q-1} + \ldots + (\alpha_0^{\tau_n})_{c_1} p_0, \ldots, (\alpha_q^{\tau_n})_{c_n} p_q + (\alpha_{q-1}^{\tau_n})_{c_n} p_{q-1} + \ldots + (\alpha_0^{\tau_n})_{c_n} p_0 \end{vmatrix},$$

$\tau_1, \tau_2, \ldots, \tau_n =$ les nombres de la suite $q+1, q+2, \ldots, n$; $p_0 = -1$

n'est pas nul identiquement.

Par le symbole $(\alpha_j^k)_c$ nous entendons la dérivée par rapport au paramètre c du coefficient α_j^k du système (8).

Au déterminant (9) on peut donner la forme

$$\frac{1}{U^{\lambda+1}} \sum S\left((E_{j_1}^{\lambda_1}, E_{j_2}^{\lambda_2} \ldots E_{j_h}^{\lambda_h})\right) \times \left[\left[\frac{D\left(\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_{q+1}, \dfrac{\partial \varphi_{\lambda_1}}{\partial c_1}, \dfrac{\partial \varphi_{\lambda_2}}{\partial c_2}, \ldots, \dfrac{\partial \varphi_{\lambda_h}}{\partial c_h}\right)}{D(x_0, x_1, \ldots, x_q, x_{\tau_1}, x_{\tau_2}, \ldots, x_{\tau_h})}\right]\right] p_{j_1} p_{j_2} \ldots p_{j_h}.$$

La sommation Σ est étendue à L_{q+1}^h combinaisons $j_1, j_2, \ldots, j_h$ répéti-

tions h à h des $q+1$ éléments $0, 1, \ldots, q$; la sommation S, à L_{q+1}^h combinaisons $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_h$ avec répétitions h à h des $q+1$ éléments $1, 2, \ldots, (q+1)$.

Le symbole (( )) indique qu'on doit prendre la somme des expressions, en lui renfermées, pour toutes les permutations avec répétition des h éléments $j_1, j_2, \ldots, j_h$; le symbole [[ ]], qu'on doit prendre la somme des expressions, en lui renfermées, pour toutes les permutations avec répétitions des h éléments $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_h$.

Au cas où le déterminant (9)-(10) serait identiquement nul, nous aurions $L_{q+1}^h = C_{q+h}^h$ équations

$$S((E_{j_1}^{\lambda_1} E_{j_2}^{\lambda_2} \ldots E_{j_h}^{\lambda_h})) \left[\left[\frac{D\left(\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_{q+1}, \frac{\partial \varphi_{\lambda_1}}{\partial c_1}, \frac{\partial \varphi_{\lambda_2}}{\partial c_2}, \ldots, \frac{\partial \varphi_{\lambda_h}}{\partial c_h}\right)}{D(x_0, x_1, \ldots, x_q, x_{\tau_1}, x_{\tau_2}, \ldots, x_{\tau_h})}\right]\right] = 0$$

linéaires et homogènes par rapport aux $L_{q+1}^h = C_{q+h}^h$ inconnues :

$$\left[\left[\frac{D\left(\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_{q+1}, \frac{\partial \varphi_{\lambda_1}}{\partial c_1}, \frac{\partial \varphi_{\lambda_2}}{\partial c_2}, \ldots, \frac{\partial \varphi_{\lambda_h}}{\partial c_h}\right)}{D(x_0, x_1, \ldots, x_q, x_{\tau_1}, x_{\tau_2}, \ldots, x_{\tau_h})}\right]\right].$$

En vertu de la supposition (7), le déterminant du système (4) est différent de zéro; de là découle la conclusion :

La relation (1) ne représente pas l'intégrale W de l'équation ou du système d'équations (4), lorsque le déterminant (9) pour toutes les $\tau_1, \tau_2, \ldots, \tau_h$ combinaisons h à h des nombres $q+1, q+2, \ldots, n$ est nul. Les expressions (2) sont alors nulles pour toutes les combinaisons $\tau_1, \tau_2, \ldots, \tau_h$ h à h des nombres $q+1, q+2, \ldots, n$ et toutes les combinaisons avec répétitions $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_h$ h à h des nombres $1, 2, \ldots, (q+1)$.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le problème de Dirichlet extérieur dans le plan relativement à l'équation $\Delta u = c(x, y)u$.* Note [1] de M. **Marcel Brelot.**

1. Dans son ouvrage récent : *Leçons sur quelques problèmes aux limites de la théorie des équations différentielles*, M. Picard traite de questions d'équilibre thermique qui se ramènent à des problèmes de Dirichlet relatifs à

(1) $$\Delta u = c(x, y)u, \qquad c(x, y) > 0.$$

[1] Séance du 23 décembre 1929.

En ce qui concerne le problème *extérieur*, on n'y trouve traité qu'un cas très particulier, par le procédé d'inversion utilisé pour les fonctions harmoniques, et dans lequel est essentielle l'hypothèse qu'à l'infini $c(x, y)$ se comporte de telle sorte que $(x^2+y^2)^2 c(x, y)$ soit borné. D'autre part, pour le plan entier, M. Picard a montré l'existence, en en donnant une expression, d'une intégrale $f(\sqrt{x^2+y^2}) > 0$ de $\Delta u = k^2 u$ ($k^2 = \text{const.} > 0$) ayant à l'origine une singularité logarithmique $+1$ et s'annulant à l'infini (¹) (voir *Bulletin de la Société. math.*, 1900, p. 186).

Je donne ici une *démonstration*, sous la *seule* hypothèse que $c(x, y)$, possédant des dérivées premières continues dans tout le plan, est partout *au moins égale* à un nombre $k^2 > 0$, du *théorème d'existence* relatif au problème de Dirichlet *extérieur* avec ou sans singularités logarithmiques données, *pour la valeur zéro à l'infini* de l'intégrale.

Le *domaine* D considéré est soit le plan entier, soit l'extérieur d'un nombre fini de courbes de Jordan simples extérieures l'une à l'autre, sur lesquelles les valeurs données sont en succession continue.

2. Prenons d'abord le cas de l'intégrale régulière avec des valeurs ≥ 0 sur un contour Γ.

Soit C_ρ le cercle dont le centre est l'origine O prise intérieure à l'une des courbes de Γ et de rayon ρ assez grand. Soit D_ρ le domaine compris entre Γ et C_ρ, $u_\rho(x, y)$ l'intégrale régulière à l'intérieur de D_ρ, prenant sur Γ les valeurs données et sur C_ρ la valeur zéro. Je vais montrer que, lorsque ρ tend vers $+\infty$, u_ρ a une limite qui résout le problème.

D'abord, comme une intégrale de $\Delta u = cu$ et même de $\Delta u = cu + f$ avec $c > 0$, $f \leq 0$ ne peut avoir de minimum < 0 en un point où elle est régulière, $u_\rho \geq 0$; puis, si $\rho_2 > \rho_1$, comme $\Delta(u_{\rho_2} - u_{\rho_1}) = c(u_{\rho_2} - u_{\rho_1})$, $u_{\rho_2} - u_{\rho_1} \geq 0$ dans D_{ρ_1}. De sorte que $u_\rho(M)$ est fonction non décroissante de ρ.

D'autre part, considérons la fonction $f(\sqrt{x^2+y^2})$ de plus haut; par multiplication par une constante > 0 assez grande, on en déduit une intégrale $U(x, y)$ de $\Delta u = k^2 u$ s'annulant à l'infini, régulière et positive sur D, et prenant sur Γ des valeurs > 0 supérieures aux valeurs données.

De

$$\Delta(U - u_\rho) = k^2(U - u_\rho) + [k^2 - c(x, y)] u_\rho,$$

ou

$$(k^2 - c) u_\rho \leq 0 \quad \text{sur} \quad D_\rho,$$

(¹) Où elle est équivalente à $\sqrt{\frac{\pi}{2}} \frac{e^{-kr}}{\sqrt{kr}}$ $(r = \sqrt{x^2+y^2})$.

il résulte

$$U - u_\rho \geqq 0 \quad \text{sur} \quad D_\rho.$$

Donc $u_\rho(M)$ non décroissante, bornée, a une limite $v(M)$. De plus la convergence est *uniforme;* car $(u_{\rho_2} - u_{\rho_1})$ est dans D_{ρ_1} au plus égal à son maximum sur C_{ρ_1}, donc à celui de u_{ρ_2}, et par suite à la valeur de U sur C_{ρ_1}. De sorte que, ρ_1 et ρ_2 tendant vers $+\infty$ indépendamment l'un de l'autre, $u_{\rho_2} - u_{\rho_1}$ tend uniformément vers o. Par suite $v(M)$ est continue sur D, s'annule à l'infini et prend sur Γ les valeurs données.

Reste à prouver que $v(M)$ est intégrale de $\Delta u = cu$.

Or

$$u_\rho(M) + \frac{1}{2\pi}\int\int_\delta \log\frac{1}{MP} c(P)\, u_\rho(P)\, d\sigma_P,$$

où δ est une région *bornée* arbitraire intérieure à D, est, d'après les propriétés du potentiel logarithmique, une fonction harmonique de M à l'intérieur de δ.



Quand ρ tend vers $+\infty$, il est aisé de voir que cette fonction converge *uniformément* sur δ, vers $v(H) + \frac{1}{2\pi}\int\int_\delta \log\frac{1}{MP} c(P)\, v(P)\, d\delta_P$. Cette expression est donc (Harnack) une fonction harmonique. On en déduit que $v(M)$ possède à l'intérieur de δ des dérivées premières continues, puis un laplacien égal à $c(M)\,v(M)$. Comme δ est arbitraire, le théorème est démontré.

3. Pour résoudre le même problème avec une singularité logarithmique positive, on isolera ce point par deux petits cercles concentriques γ, γ_1, γ intérieur à γ_1. On sait résoudre le problème précédent pour le domaine Δ formé par D diminué de l'intérieur du cercle γ, avec les valeurs données sur Γ et des valeurs $\geqq 0$ quelconques sur γ. On sait aussi trouver une intégrale > 0 dans (γ_1) ayant la singularité donnée et des valeurs $\geqq 0$ sur γ_1. L'application facile de la méthode alternée si souvent utilisée dans l'Ouvrage cité résoudra le problème.

Le cas du plan entier avec une singularité > 0 se traite de même. Les cas des valeurs $\leqq 0$ sur le contour et d'une singularité < 0 se ramènent aux précédents.

La solution du *problème général* s'obtiendra aisément par l'addition de solutions correspondant à des valeurs sur le contour d'un signe déterminé avec ou sans singularité de même signe.

On pourra fournir la solution générale en n'utilisant que des intégrales dans tout le plan avec singularité unique et de plus, peut-être, des intégrales régulières sur D prenant sur Γ des valeurs $\geqq 0$ $\leqq 0$.

L'étude du cas d'un nombre infini de singularités se fera avec cette idée de superposition. En particulier on généralise immédiatement l'intégrale doublement périodique dans tout le plan de M. Picard (*Bulletin*, *loc. cit.*), en remplaçant $c = \text{const.}$ par $c(x, y)$ doublement périodique.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les ensembles projectifs de la deuxième classe*. Note (¹) de M. **Léonidas Kantorovitch**, présentée par M. Hadamard.

On doit à M. Lusin la notion des ensembles projectifs (²).

Désignons par P_0 les ensembles F_σ de M. Hausdorff dans l'espace R_m à m dimensions, et par C_0 leurs complémentaires par rapport à R_m. Les ensembles P_n et C_n dans R_m seront alors définis (pour $n = 1, 2, 3, \ldots$) par induction : P_n est la projection sur R_m d'un ensemble C_{n-1} dans R_{m+1} et C_n est le complémentaire d'un P_n. On sait que les ensembles P_1 coïncident avec les ensembles analytiques de MM. Suslin et Lusin; un tel ensemble peut être présenté comme le résultat du procédé opératoire (A) suivant :

$$\sum_{(n_1, n_2, \ldots)} E_{n_1}, E_{n_1, n_2}, \ldots,$$

où la somme s'étend à toutes les suites possibles $(n_1, n_2, \ldots)$ de nombres naturels et les ensembles $E_{n_1}, E_{n_1, n_2}, \ldots$ sont supposés fermés (ou ouverts). Le but de cette Note est de donner un tel procédé pour les ensembles P_2.

Théorème. — *Pour qu'un ensemble* E (*dans* R_m) *soit* P_2, *il faut et il suffit qu'on puisse construire un système d'ensembles ouverts*

$$E^{\nu_1, \nu_2, \ldots, \nu_k}_{n_1, n_2, \ldots, n_i},$$

tel que l'on ait

$$(*) \qquad E = \sum_{(n_1, n_2, \ldots, n_i, \ldots)} \prod_{(\nu_1, \nu_2, \ldots, \nu_k, \ldots)} \sum_{i, k} E^{\nu_1, \nu_2, \ldots, \nu_k}_{n_1, n_2, \ldots, n_i}.$$

Nous nous bornons à des ensembles linéaires, pour plus de simplicité. Supposons que l'ensemble E soit un P_2 (dans R_1), c'est-à-dire la pro-

(¹) Séance du 23 décembre 1929.

(²) Voir les Notes de M. Lusin, *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1574 et 1817, ainsi que les Notes de M. Sierpiński, *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 833, et de M. Lusin, *ibid.*, p. 835.

jection d'un ensemble H du type C_1 (dans R_2) qui peut évidemment se représenter sous la forme

$$H = \prod_{(\nu_1, \nu_2, \ldots)} (F_{\nu_1} + F_{\nu_1, \nu_2} + \ldots),$$

où les ensembles F_{ν_1}, F_{ν_1, ν_2}, ... (dans R_2) sont ouverts. Désignons par $\delta_{n_1, n_2, \ldots, n_i}$ l'ensemble des nombres irrationnels y pour lesquels les i premiers quotients incomplets sont précisément $n_1, n_2, \ldots, n_i$. Soit enfin $E^{\nu_1, \nu_2, \ldots, \nu_k}_{n_1, n_2, \ldots, n}$ l'ensemble des nombres x, tels que le point (x, y) dans R_2 appartient à $F_{\nu_1, \nu_2, \ldots, \nu_k}$, quel que soit $y \varepsilon \delta_{n_1, n_2, \ldots, n_i}$. Avec les ensembles ainsi construits, on aura la formule à démontrer. Inversement, si celle-ci a lieu, on voit facilement comment on peut reconstruire les ensembles plans F_{ν_1}, F_{ν_1, ν_2}, ...

De la même manière, pour un ensemble F (dans R_m) qui est un C_2, on aura évidemment la représentation

$$F = \prod_{(n_1, n_2, \ldots)} \sum_{(\nu_1, \nu_2, \ldots)} \prod_{i, k} F^{\nu_1, \nu_2, \ldots, \nu_k}_{n_1, n_2, \ldots, n_i},$$

où $F^{\nu_1, \nu_2, \ldots, \nu_k}_{n_1, n_2, \ldots, n_i}$ sont des ensembles fermés dans R_m.

De cette représentation des ensembles R_2 (et C_2) on déduit très aisément les résultats connus :

1° La projection d'un ensemble P_2 (dans R_n) sur $R_m (m < n)$ est un ensemble P_2 (¹).

2° Le produit d'une infinité dénombrable d'ensembles P_2 est un P_2 (²).

3° L'opération (A), effectuée sur les ensembles P_2, donne toujours un P_2 (²).

4° Les classes des ensembles P_2 (et C_2) sont topologiquement invariantes (³).

En outre, le procédé (*) jouit des propriétés suivantes :

5° Si l'on part, dans la formule Φ des ensembles C_1 (au lieu des ensembles ouverts), on arrivera toujours à un P_2.

6° Pour que l'ensemble E soit une projection biunivoque (⁴) d'un ensemble C_1, il est nécessaire et suffisant qu'il puisse être présenté sous la forme (*) *d'une manière disjonctive;* cela veut dire qu'on peut définir, pour

(¹) W. Sierpinski, *Fund. Math.*, 12, 1925, p. 237.

(²) W. Sierpinski, *ibid.*, 11, 1928, p. 126.

(³) Cf. W. Sierpinski, *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 834.

(⁴) C'est-à-dire telle que deux points différents ont des projections également différentes.

chaque $x \varepsilon E$, une suite (et une seulement) $n_1, n_2, n_3, \ldots$ de nombres naturels, telle que $x \varepsilon \sum_{i,k} E^{\nu_1, \ldots, \nu_n}_{n_1, \ldots, n_i}$, quelle que soit la suite $(\nu_1, \nu_2, \nu_n, \ldots)$.

7° Si chacun des ensembles $E_1, E_2, E_3, E_4, \ldots$ peut être présenté par la formule (*) d'une manière disjonctive, il en sera de même pour leur produit et pour leur somme (pourvu que, dans le cas de somme, ils soient disjoints).

Il en résulte la proposition suivante, essentiellement due à M. Sierpinski [1] :

8° Si l'on construit un système borélien (suivant la terminologie de M. Hausdorff) à partir des ensembles P_1 et C_1, tout ensemble de ce système sera la projection biunivoque d'un ensemble C_1.

On peut construire des formules analogues à la formule (*) pour les ensembles projectifs de la classe $n > 2$.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Fonctions analytiques d'une seule substitution variable.* Note [2] de M. **J.-A. Lappo-Danilevski**, présentée par M. Hadamard.

Considérons une fonction analytique d'une substitution X du degré n :

$$f(X) = \sum_{\nu=0}^{\infty} \alpha_\nu X^\nu, \tag{1}$$

holomorphe dans un voisinage de la substitution nulle, $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \ldots$ étant des constantes numériques. On démontre aisément que, pour que la substitution X se trouve à l'intérieur du domaine de convergence de la série (1), il faut et il suffit que les nombres caractéristiques $\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n$ de cette substitution soient à l'intérieur du cercle de convergence de la série

$$f(\xi) = \sum_{\nu=0}^{\infty} \alpha_\nu \xi^\nu, \tag{2}$$

où ξ est une variable numérique [3]. Pour étudier la série (1), nous intro-

[1] *Fund. Math.*, 12, 1928, p. 211.

[2] Séance du 23 décembre 1929.

[3] Dans le cas où $n = 2$, cette proposition est établie par M. Schlesinger : *Einführung in die Theorie der gewöhnlichen Differentialgleichungen auf functionentheoretischer Grundlagen*, 1922, p. 154.

duisons les notations suivantes : soit $\Xi_1, \Xi_2, \ldots, \Xi_s$ un système de s matrices carrées des degrés respectifs $\rho_1, \rho_2, \ldots, \rho_s$. Nous désignons par

$$[\Xi_1, \Xi_2, \ldots, \Xi_n] = \begin{Vmatrix} \Xi_1 & & & \\ & \Xi_2 & & \\ & & \ddots & \\ & & & \Xi_s \end{Vmatrix}$$

la substitution du degré $\rho_1 + \rho_2 + \ldots + \rho_s = n$, dont les éléments appartenant aux carrés diagonaux indiqués sont formés respectivement des éléments des matrices $\Xi_1, \Xi_2, \ldots, \Xi_s$ et tous les autres éléments sont nuls. Désignons encore par $J_\rho(\xi)$ la substitution du degré ρ :

$$J_\rho(\xi) = \begin{Vmatrix} \xi & 0 & \ldots & 0 & 0 \\ 1 & \xi & \ldots & 0 & 0 \\ 0 & 1 & \ldots & 0 & 0 \\ . & . & \ldots & . & . \\ . & . & \ldots & \xi & 0 \\ 0 & 0 & \ldots & 1 & \xi \end{Vmatrix}$$

et par $\varepsilon_\rho(r^{(1)}, \ldots, r^{(\rho-1)})$ la substitution du degré ρ dont les éléments sont :

$$\{\varepsilon_\rho(r^{(1)}, \ldots, r^{(\rho-1)})\}_{kl} = 0 \quad \text{si} \quad k < l; \qquad \{\varepsilon_\rho(r^{(1)}, \ldots, r^{(\rho-1)})\}_{11} = 1,$$
$$\{\varepsilon_\rho(r^{(1)}, \ldots, r^{(\rho-1)})\}_{1l} = 0 \quad \text{si} \quad l > 1$$

et, pour toutes les autres valeurs des indices k, $l = 1, 2, \ldots, \rho$,

$$\{\varepsilon_\rho(r^{(1)}, \ldots, r^{(\rho-1)})\}_{kl} = \frac{1}{(k-l+1)!} r^{(k-l+1)} \{\varepsilon_\rho(r^{(1)}, \ldots, r^{(\rho-1)})\}_{l-1,l-1}$$
$$+ \frac{r^{(k-l)}}{(k-l)!} \{\varepsilon_\rho(r^{(1)}, \ldots, r^{(\rho-1)})\}_{l,l-2} + \ldots + r^{(1)} \{\varepsilon_\rho(r^{(1)}, \ldots, r^{(\rho-1)})\}_{k-1,l-1},$$

On démontre aisément que, sous les conditions

$$f'(\xi_q) \neq 0 \qquad (q = 1, 2, \ldots, s), \tag{3}$$

pour une substitution dont la forme canonique est

$$X = S[J_{\rho_1}(\xi_1), \ldots, J_{\rho_s}(\xi_s)]S^{-1},$$

on a la représentation

$$f(X) = T\{J_{\rho_1}(f(\xi_1)), \ldots, J_{\rho_s}(f(\xi_s))\}T^{-1}, \tag{4}$$

où

$$T = S[\varepsilon_{\rho_1}(f'(\xi_1), \ldots, f^{(\rho_1-1)}(\xi_1)), \ldots, \varepsilon_{\rho_s}(f'(\xi_s), \ldots, f^{(\rho_s-1)}(\xi_s))]. \tag{5}$$

Il en résulte que, si les diviseurs élémentaires de la substitution X sont $(\xi-\xi_1)^{\rho_1}, \ldots, (\xi-\xi_s)^{\rho_s}$ et si (3) est satisfaite, les diviseurs élémentaires de la substitution $f(X)$ sont $(r-f(\xi_1))^{\rho_1}, \ldots, (r-f(\xi_s))^{\rho_s}$. Remarquons que les matrices $\varepsilon_\rho(r^{(1)}, \ldots, r^{(\rho-1)})$ jouissent de la propriété

$$\varepsilon_\rho\left(\frac{df(\varphi(\xi))}{d\xi}, \ldots, \frac{df^{(\rho-1)}(\varphi(\xi))}{d\xi^{\rho-1}}\right) = \varepsilon_\rho(\varphi'(\xi), \ldots, \varphi^{(\rho-1)}(\xi))\varepsilon_\rho[f'(\varphi(\xi)), \ldots, f^{(\rho-1)}(\varphi(\xi))],$$

ce qui donne les expressions explicites des dérivées d'une fonction composée

$$\frac{d^{\rho-1}f(\varphi(\xi))}{d\xi^{\rho-1}} = (\rho-1)!\sum_{s=1}^{\rho}\{\varepsilon_\rho(\varphi'(\xi), \ldots, \varphi^{(\rho-1)}(\xi))\}_{\rho_s}\{\varepsilon_\rho(f'(\varphi(\xi)), \ldots, f^{(\rho-1)}(\varphi(\xi)))\}_{s_1},$$

Il suit des formules (4) et (5) que les éléments de la substitution $f(X)$ sont des fonctions rationnelles : des éléments de X, des nombres caractéristiques $\xi_1, \ldots, \xi_s$ et des valeurs des fonctions numériques $f(\xi_q), \ldots, f^{(\rho_q-1)}(\xi_q)(q=1, 2, \ldots, s)$. En se servant d'une méthode analogue à celle qui a été appliquée par M. Schlesinger à l'inversion d'une fonction d'une matrice ([1]), dans le cas où tous les nombres caractéristiques de la substitution X sont distincts, on obtient les expressions complètement explicites

$$(6) \qquad f(X) = \sum_{k=1}^{n}\frac{(X-\xi_1)\ldots(X-\xi_{k-1})(X-\xi_{k+1})\ldots(X-\xi_n)}{(\xi_k-\xi_1)(\xi_k-\xi_{k-1})(\xi_k-\xi_{k+1})\ldots(\xi_k-\xi_n)}f(\xi_k).$$

La modification de la formule (6) pour le cas où quelques nombres caractéristiques coïncident est évidente. Nous avons supposé que les nombres caractéristiques ξ_k de la substitution X se trouvent à l'intérieur du cercle de convergence de la série (2). Il est aisé de voir que la formule (6) subsiste encore quand on fait le prolongement analytique de la fonction (1), à la condition que les nombres caractéristiques ξ_k se trouvent toujours à l'intérieur du domaine d'existence de la fonction (2). Il peut arriver d'ailleurs que quelques nombres caractéristiques peuvent coïncider sans que les valeurs correspondantes $f(\xi_k)$ de la fonction (2) coïncident. Conformément à la formule (6) cela peut donner les singularités de la fonction (1) même si tous les nombres caractéristiques ξ_n sont à l'intérieur du domaine d'existence de la fonction (2). Ce cas se présente effectivement pour la fonction $f(X) = \log X$, de laquelle il sera question dans une Note suivante.

([1]) Voir *Auszug aus einem Briefe von* Prof. Dr L. SCHLESINGER *an* Dr J. LAPPO-DANILEVSKI (*Journal de la Société phys.-math. de Leningrad*, 2, II, 1929, p. 38-40).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions hypergéométriques de plusieurs variables.* Note [1] de M. **Oystein Ore**, présentée par M. Goursat.

Une fonction hypergéométrique générale de deux variables est définie d'après M. Kampé de Fériet par une série double

$$F(x, y) = \Sigma a_{m,n} x^m y^n, \tag{1}$$

dont les coefficients vérifient les conditions

$$a_{m+1,n} : a_{m,n} = R_1(m, n), \qquad a_{m,n+1} : a_{m,n} = R_2(m, n), \tag{2}$$

où

$$R_1(m, n) = \frac{f(m, n)}{f_1(m, n)}, \qquad R_2(m, n) = \frac{g(m, n)}{g_1(m, n)} \tag{3}$$

sont des fonctions rationnelles *fixes* de m et n. Afin que les coefficients de (1) soient définis d'une manière unique, il faut et il suffit que les fonctions (3) vérifient la condition

$$R_1(m, n) R_2(m+1, n) = R_2(m, n) R_1(m, n+1). \tag{4}$$

L'objet de cette Note est d'indiquer une méthode pour trouver la solution générale de (4) en fonctions rationnelles R_1 et R_2. On peut obtenir de cette solution une expression explicite pour toutes les formes possibles des fonctions hypergéométriques générales.

Dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, 185, 1927, p. 923), M. Birkeland a énoncé le théorème suivant : « Si les fonctions rationnelles (3) satisfont à la condition (4), les polynomes $f(m, n)$, $f_1(m, n)$, $g(m, n)$ et $g_1(m, n)$ sont des produits des facteurs linéaires de m et n. » La solution générale de (4) m'a montré que le théorème de M. Birkeland n'est pas, en général, correct. En effet, soit $F(m, n)$ un polynome arbitraire de m et n, alors

$$R_1(m, n) = \frac{F(m, n)}{F(m+1, n)}, \qquad R_2(m, n) = \frac{F(m, n)}{F(m, n+1)}$$

est évidemment une solution de (4).

---

[1] Séance du 23 décembre 1929.

En substituant (3) en (4) on obtient

$$(5)\qquad \begin{aligned} &f(m, n)\, g(m+1, n)\, f_1(m, n+1)\, g_1(m, n)\\ &\quad = f(m, n+1)\, g(m, n)\, f_1(m, n)\, g_1(m+1, n). \end{aligned}$$

Soit $d(m, n)$ le P. G. D. C. de $f(m, n)$ et $f(m, n+1)$, et

$$(6)\qquad f(m, n) = F^{(1)}(m, n) \ldots F^{(r)}(m, n)\, d(m, n),$$

où les $F^{(i)}(m, n)$ sont des polynomes irréductibles. De (6) on déduit facilement

$$f(m, n+1) = F^{(1)}(m, n+a_1) \ldots F^{(r)}(m, n+a_r)\, d(m, n),$$

et

$$f(m, n) = \prod_{i=1}^{r} \prod_{j=0}^{a_i - 1} F^{(i)}(m, n+j),$$

où les a_i sont des nombres positifs entiers.

Les polynomes $F^{(i)}(m, n)$ seront appelés les facteurs réduits de $f(m, n)$. Pour $f_1(m, n)$, $g(m, n)$ et $g_1(m, n)$ on peut déterminer des expressions analogues. En les substituant dans l'égalité (5) et en abrégeant on en obtient deux relations suivantes :

$$(7)\qquad \left\{ \begin{aligned} &\prod_{i=1}^{r} F^{(i)}(m, n) \prod_{i=1}^{r'} F_1^{(i)}(m, n+a'_i) = \prod_{i=1}^{s} S^{(i)}(m, n) \prod_{i=1}^{s'} S_1^{(i)}(m+b'_i, n),\\ &\prod_{i=1}^{s} S^{(i)}(m+b_i, n) \prod_{i=1}^{s'} S_1^{(i)}(m, n) = \prod_{i=1}^{r} F^{(i)}(m, n+a_i) \prod_{i=1}^{r'} F_1^{(i)}(m, n). \end{aligned} \right.$$

De (7) il résulte que

$$r + r' = s + s',$$

c'est-à-dire : *les nombres totaux des facteurs réduits en* $R_1(m, n)$ *et* $R_2(m, n)$ *sont égaux.*

Des relations (7) on peut tirer la solution générale de (4), qui est d'ailleurs assez compliquée. Je vais donner ici seulement la solution complète dans le cas où R_1 et R_2 sont des polynomes, ce qui correspond pour les valeurs inverses à des fonctions hypergéométriques dans tout le plan. Soient A et B deux nombres entiers positifs et

$$A = a_1 + \ldots + a_r, \qquad B = b_1 + \ldots + b_r$$

une décomposition de ces nombres en somme de nombres entiers positifs.

Mettons $F(m, n) = Am + Bn + C$, où C est une constante arbitraire et

$$T_i = (a_1 + \ldots + a_{i-1}) B - (b_2 + \ldots + b_i) A_1, \qquad T_0 = 0.$$

Alors

$$R_1(m, n) = \prod_{i=1}^{r} \prod_{j=0}^{a_i - 1} [F(m, n) + T_i + jB],$$

$$R_2(m, n) = \prod_{i=1}^{r} \prod_{j=0}^{b_i - 1} (F(m, n) + T_i + jA)$$

est une solution de (4) et la solution générale est un produit de facteurs de cette forme. Dans ce cas spécial le théorème de M. Birkeland est donc vrai.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur les fonctions inverses des fonctions méromorphes*. Note (1) de M. **Miloch Radoïtchitch**, présentée par M. Émile Borel.

Soit $\varphi(\zeta)$ une fonction analytique. Nous dirons qu'un cercle Θ du plan de z est un *cercle de limitation* pour $\varphi(\zeta)$ si, en prolongeant analytiquement un certain élément de $\varphi(\zeta)$ situé dans Θ, et de toutes les manières possibles sans sortir de Θ, il existe un domaine dans Θ où l'on ne peut pas pénétrer.

Nous baserons sur cette notion une classification des surfaces de Riemann en deux catégories : *Nous dirons que la surface de Riemann d'une fonction analytique est limitée ou illimitée, suivant que cette fonction a des cercles de limitation ou n'en a pas.* Pour une fonction uniforme ceci revient à dire qu'elle a ou non des lignes singulières, mais en général la présence des lignes singulières n'est pas une condition suffisante pour qu'une surface de Riemann soit limitée. Remarquons en passant que cette propriété pourrait s'énoncer également de la manière suivante : Soit dans le plan une courbe continue quelconque; si nous pouvons prolonger la fonction le long de toute cette courbe, en ne nous écartant d'elle qu'à une distance inférieure à un nombre arbitrairement petit, alors la surface de Riemann est illimitée; dans le cas contraire elle est limitée.

Cela étant posé, nous démontrons le théorème suivant :

La surface de Riemann de la fonction inverse d'une fonction méromorphe est illimitée (2).

---

(1) Séance du 23 décembre 1929.

(2) Les fonctions entières n'en font qu'un cas particulier.

Pour plus de clarté, ramenons par une transformation linéaire l'infini à l'origine du plan et désignons par $\zeta = f(z)$ la fonction uniforme, au point essentiel $z = 0$ et qui n'a dans le reste du plan comme singularités que des pôles. Soit $z = \varphi(\zeta)$ la fonction multiforme, inverse.

Admettons par impossible que la surface de $\varphi(\zeta)$ est limitée. Soit alors Θ un cercle de limitation. Supposons que Θ se trouve dans la partie finie du plan. Prolongeons dans Θ un élément donné de $\varphi(\zeta)$, de toutes les manières possibles. Soit Δ le domaine ouvert obtenu ainsi sur la surface de Riemann et soit Δ' le domaine ouvert du plan, que nous avons couvert silmultanément. Δ' ne contient qu'une partie de Θ : soit donc Ω l'un de ses domaines complémentaires dans Θ. Nous pouvons évidemment supposer que Ω limite à un certain arc ω de la circonférence de Θ.

$z = \varphi(\zeta)$ transmet la représentation conforme de Δ sur un domaine ouvert D du plan de z et que nous pouvons supposer borné. D est simplement connexe car, s'il ne l'était pas, il y aurait sur la frontière de D un contour qui ne passe pas par $z = 0$; à celui-ci correspondrait un tour complet sur la circonférence de Θ, donc ω n'existerait pas. Par conséquent la frontière de D est une seule ligne qui passe en général une infinité de fois par $z = 0$. Par ce point cette frontière se décompose alors en une infinité de lignes simples, fermées $l_n (n = 0, 1, \ldots)$. Soit l_0 celle qui enveloppe toutes les autres, ces dernières étant extérieures l'une à l'autre.

La frontière de D est continue car, dans le cas contraire, il y aurait un bout discontinu qui contiendrait nécessairement un point $z = a \neq 0$, où $f(z)$ serait holomorphe et $f'(z) \neq 0$. Alors $f(z)$ ferait la représentation conforme d'un petit domaine δ contenant a sur un petit cercle du plan de ζ. Par ce cercle ne pourrait passer qu'un seul arc de Θ, donc de toutes les lignes l_n il n'y aurait dans δ qu'un seul arc, analytique : il y a donc contradiction.

Faisons la représentation conforme du domaine D sur un cercle C du plan d'une variable nouvelle u. Soit $z = \psi(u)$ la fonction qui transmet cette représentation. $\psi(u)$ est holomorphe dans C et, puisque la frontière de D est continue, $\psi(u)$ est continue sur le bord de C. Comme la frontière de D passe généralement une infinité de fois par $z = 0$, il lui correspond sur le bord de C un ensemble infini de points, E où $\psi(u) = 0$. Donc, d'après un théorème de MM. Riesz (*IVe Congrès des mathématiciens à Stockholm*, 1916), la mesure de E doit être nulle.

Faisons encore la représentation conforme du cercle Θ sur un demi-plan limité par l'axe réel du plan d'une variable v, et de sorte que $v = \infty$ corres-

ponde au point ζ_1, situé sur le milieu de ω. Désignons cette correspondance par $v = \chi(\zeta)$, ce qui équivaut à

$$\zeta - \zeta_0 = (\zeta_1 - \zeta_0)\frac{v - a}{v - \bar{a}},$$

où ζ_0 est le centre de Θ, a une constante et $\bar{a}$ sa conjuguée. A Δ' correspond alors un domaine borné du plan de v.

Considérons la fonction composée

$$v - \chi\{f[\psi(u)]\} \equiv \Psi(u).$$

Elle est holomorphe et bornée dans C. En outre, elle est réelle sur le bord de C, excepté, au plus, aux points de E. Soit Q la partie imaginaire de $\Phi(u)$. C'est une fonction harmonique dans C et nulle sur le bord de C, sauf, au plus, aux points de E. Donc nous obtenons toute valeur de Q située à l'intérieur d'un contour Γ contenu dans C, au moyen des valeurs Q_Γ sur Γ, par la formule connue

$$Q = \frac{1}{2\pi}\int_\Gamma Q_\Gamma \frac{\partial g}{\partial n}\, ds,$$

où g est la fonction de Green dans Γ, $\frac{\partial g}{\partial n}$ sa dérivée dans le sens normal à Γ et ds l'élément d'arc de Γ. Si nous nous approchons du bord de C, Q tend vers zéro, sauf sur l'ensemble de mesure nulle, E, où Q reste pourtant borné. Donc nous pouvons remplacer Γ par le bord de C. Mais alors l'intégrale est nulle et $\Psi(u)$ donc une constante réelle. Or ceci est faux, par conséquent la supposition que la surface de Riemann de $\varphi(\zeta)$ est limitée est inexacte.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur les fonctions primitives par rapport à une fonction continue arbitraire.* Note [1] de M. **J. Petrovsky**, présentée par M. Émile Borel.

Le problème de la recherche des fonctions primitives par rapport à une fonction a été énoncé par M. Lebesgue sous la forme suivante [2] :

Étant données dans (a, b) une fonction à variation bornée $\alpha(x)$ et une fonction $f(x)$, trouver une fonction $F(x)$ qui admette en tout point $f(x)$ comme dérivée par rapport à $\alpha(x)$.

---

[1] Séance du 23 décembre 1929.

[2] H. Lebesgue, *Leçons sur l'intégration et la recherche des fonctions primitives*, 2e édition, Paris, 1928, p. 296.

On dit que F admet f pour dérivée par rapport à $\alpha(x)$ si l'on a

$$f(x) = \lim_{h \to 0} \frac{F(x+h) - F(x)}{\alpha(x+h) - \alpha(x)}. \qquad (1)$$

Dans la recherche de la limite du second membre on ne tient compte que des nombres h pour lesquels le second membre a une valeur déterminée, finie ou non.

Si, dans un intervalle, F et α sont toutes deux constantes, la dérivée est indéterminée.

M. Lebesgue a donné (¹) une solution complète de ce problème pour une vaste classe de fonctions $f(x)$ mais en supposant $\alpha(x)$ à variation bornée. Il a remarqué ensuite que si l'on abandonne cette hypothèse sur $\alpha(x)$ les résultats obtenus ne subsistent plus dans le cas général et, en particulier, que *nous ne savons pas toujours trouver la fonction* $F(x)$ *continue admettant par rapport à une fonction continue* $\alpha(x)$ *donnée une dérivée continue donnée* $f(x)$ (²). M. Lebesgue remarque que nous ignorons même *si la fonction continue* $F(x)$ *est déterminée à une constante additive près par la connaissance de sa dérivée continue donnée* $f(x)$ *par rapport à une fonction continue* $\alpha(x)$.

Le but de la présente Note est de donner une réponse *affirmative* à cette dernière question de M. Lebesgue. D'ailleurs il n'est pas nécessaire de supposer la continuité de la dérivée $f(x)$. On a en effet le théorème :

THÉORÈME. — *Deux fonctions continues* $F_1(x)$ *et* $F_2(x)$ *ayant par rapport à une fonction continue* $\alpha(x)$ *une même dérivée* $f(x)$ *déterminée et finie en chaque point d'un intervalle* (a, b) *ne diffèrent que par une constante.*

Il suffit évidemment de démontrer qu'une fonction continue $F(x)$ ayant par rapport à une fonction continue $\alpha(x)$ une dérivée nulle en chaque point de (a, b) se réduit à une constante.

La démonstration est basée sur le principe suivant : en supposant, par impossible, qu'il existe une fonction non constante et continue $F(x)$ et une fonction continue $\alpha(x)$ telles que la dérivée de $F(x)$ par rapport à $\alpha(x)$ est nulle en chaque point de (a, b), on construit deux autres fonctions continues $F_1(x)$ et $\alpha_1(x)$ telles que $F_1(x)$ n'est pas constante et a par rapport à $\alpha_1(x)$ une dérivée nulle en chaque point de (a, b) tandis que $\alpha_1(x)$

(¹) *Loc. cit.*, p. 299-307.

(²) *Loc. cit.*, p. 313.

est à variation bornée. Or ceci est impossible en vertu des résultats de M. Lebesgue.

Il est naturel de poser maintenant la question de savoir si une fonction continue $F(x)$ est déterminée à une constante additive près quand on connaît sa dérivée $f(x)$ par rapport à une fonction continue $\alpha(x)$ partout *sauf aux points d'un ensemble dénombrable*.

La réponse à cette question est encore affirmative.

D'ailleurs, le théorème reste vrai, si l'on remplace dans son énoncé les dérivées des fonctions $F_1(x)$ et $F_2(x)$ par rapport à $\alpha(x)$ par les dérivées à droite (ou à gauche) de ces fonctions par rapport à $\alpha(x)$.

Nous appelons dérivée à droite (ou à gauche) d'une fonction $F(x)$ par rapport à $\alpha(x)$ la limite (1) où h tend vers zéro en prenant des valeurs positives (ou négatives) seulement.

Il s'agit maintenant de trouver une méthode qui permettrait de déterminer la fonction primitive $F(x)$ par rapport à $\alpha(x)$ quand la dérivée $f(x)$ est donnée.

CHRONOMÉTRIE. — *Théorie générale de la synchronisation.* Note (¹) de M. **J. Haag**, présentée par M. G. Kœnigs.

1. *Théorie élémentaire dans le cas des impulsions instantanées.* — Soient $2T$ la période propre de l'oscillateur, $2T'$ celle de la force synchronisante, D le décrément logarithmique, I le moment d'inertie de l'oscillateur, $I f \frac{\pi^2}{T^2}$ le couple de frottement constant. Pour entretenir une oscillation d'amplitude θ_0, il faut que l'accroissement de vitesse angulaire u produit par chaque impulsion [2] satisfasse à la relation suivante :

$$(1) \qquad u^2 = \frac{\pi^2}{T^2}\left[(2f + \theta_0 D)^2 + \pi^2\theta_0^2\left(\frac{\Delta T}{T}\right)^2\right], \qquad \Delta T = T' - T.$$

La phase φ qui s'écoule depuis l'impulsion jusqu'à la fin de l'oscillation

[1] Séance du 23 décembre 1929.

[2] Nous supposons qu'il y a une impulsion à chaque oscillation simple. S'il y a seulement une impulsion par période, elle doit être doublée.

simple est donnée par la formule

$$(2)\qquad \operatorname{tang}\varphi = \frac{(2f+\theta_0 D)T}{\pi\theta_0\,\Delta T} \qquad (0<\varphi<\pi).$$

L'énergie fourniè par chaque impulsion est

$$(3)\qquad E = \frac{I\pi^2\theta_0}{T^2}(2f+\theta_0 D).$$

La formule (1) permet de discuter aisément l'influence des divers facteurs f, D et ΔT sur l'amplitude résultant d'une impulsion déterminée. En particulier, *pour que la synchronisation soit possible*, il faut que l'on ait

$$(4)\qquad u > \frac{2f\pi}{T}.$$

2. *Cas où la force synchronisante n'est pas instantanée.* — Soit H le couple synchronisant, dont la période est $2T' = \frac{2\pi}{m}$. En supposant qu'on est au voisinage de la résonance, le mouvement entretenu est défini comme il suit.

Soit $h\sin mt$ le premier harmonique de la fonction H. Soit φ le retard de phase de l'oscillation. En posant $hT = 2u$, on a les formules (1) et (2); la formule (3) n'est pas changée.

On voit que la loi à laquelle obéit la force synchronisante pendant une période n'a aucune importance et *le cas le plus général se ramène au cas des impulsions instantanées*.

3. *Cas où la force synchronisante dépend de l'élongation et de la vitesse.* — Supposons que la fonction H, tout en étant fonction périodique de t, dépende aussi de θ et de θ'. L'amplitude θ_0 de l'oscillation et son retard de phase λ sur H sont déterminés de la manière suivante. Posons

$$(5)\qquad X = \frac{2\pi_2\theta_0\Delta T}{T_3}, \qquad Y = \frac{2\pi^2}{T_2}(2f+\theta_0 D).$$

On a

$$(6)\qquad X = \int_0^{2\pi} H \sin v\, dv, \qquad Y = \int_0^{2\pi} H \cos v\, vd,$$

en remplaçant, dans H, mt par $v+\lambda$, θ par $\theta_0 \sin v$ et θ' par $m\theta_0\cos v$.

4. *Influence de la force contre-électromotrice créée par le mouvement de l'oscillateur.* — Supposons que l'impulsion soit produite par un courant agissant pendant le temps défini par

$$\pi - z < mt < \pi + z \qquad (0 < z < \pi).$$

Dans cet intervalle, le couple H est de la forme $A - B\theta'$, A et B désignant des constantes. Posons, outre les formules (5),

$$(7) \qquad P = 2A \sin z, \qquad Q = \frac{Bm}{2}(2z - \sin 2z), \qquad R = \frac{Bm}{2}(2z + \sin 2z).$$

L'amplitude θ_0 et le retard de phase λ sont déterminés par

$$(8) \qquad P^2[X^2 + (Y + Q\theta_0)^2] = [X^2 + (Y + Q\theta_0)(Y + R\theta_0)]^2;$$

$$(9) \qquad \operatorname{tang}\lambda = \frac{X}{\theta_0 Q + Y}, \qquad \frac{\pi}{2} < \lambda < \frac{3\pi}{2}.$$

L'équation (8) a une racine en θ_0 et une seule, sous la condition que P soit supérieur à $\frac{4f\pi^2}{T^2}$. Cette racine varie dans le même sens que A et en sens inverse de B.

Si l'on s'impose la valeur k du rapport $\frac{A}{B}$, on trouve que θ_0 est limité supérieurement. Si $z < 72^g,5$, cette limite est $\frac{4k \sin z}{2z + \sin 2z}\frac{T}{\pi}$, à condition toutefois que z ne soit pas infiniment petit.

Si l'impulsion est instantanée, on a

$$(10) \qquad P = \frac{kTZ^2}{kTZ - \pi Y\theta_0}, \qquad Z^2 = X^2 + Y^2.$$

5. *Influence d'une force perturbatrice indépendante du temps, s'ajoutant à la force synchronisante.* — Cette influence revient à augmenter X et Y de termes correctifs, calculés par des formules analogues à (6) et ne dépendant que de θ_0. Par exemple, si cette force est une *force constante* F, agissant pendant la phase β avant et après le point mort, il suffit, dans (5), d'augmenter f de la quantité $-\frac{T^3}{2\pi^2}F\sin\beta$. Ceci s'applique au cas où *l'oscillateur est muni d'un échappement avec moteur* et aussi au cas où l'on veut apprécier *l'influence du frottement intermittent provenant du fonctionnement de l'appareil compteur.*

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *Sur une formule pour le calcul de la résistance d'un solide dans un fluide parfait incompressible.* Note [1] de M. **Joseph Pérès.**

1. Soit un cylindre fixe dans un courant fluide (mouvement plan). Si l'on admet que le mouvement du fluide a la période T, on sait que l'on a, pour

[1] Séance du 23 décembre 1929.

déterminer la résultante moyenne des actions du fluide sur le cylindre, la formule de M. J.-L. Synge

$$(1) \qquad T(X_m - iY_m) = -\int_C [\varphi]_0^T (dy + i\,dz) - \frac{i\rho}{2}\int_0^T \left\{ \int_C w^2\,dz \right\} dt;$$

(C) est un contour fixe tracé dans le fluide et entourant la section droite (C_0) du cylindre. Cette formule ([1]) sert en particulier à la détermination théorique de la résistance dans le cas où, derrière le cylindre, existe un sillage de Bénard-Karman (tourbillons alternés). Elle suppose essentiellement l'existence du potentiel des vitesses φ.

Ce potentiel existe bien dans le problème en question, puisque l'on concentre en des points les tourbillons alternés ; ce n'est là qu'un schéma, un tourbillon infiniment délié ne pouvant avoir d'existence physique, — mais assez près de la réalité.

Nous donnerons ici une formule analogue à celle de M. Synge, mais *ne supposant pas l'existence de* φ. Notre formule ne diffère de (1) que par l'expression du premier terme au second membre, où naturellement ne peut plus figurer φ ; on verra que l'expression obtenue permet une interprétation simple de ce terme de sorte qu'elle est d'une application très aisée même quand φ existe.

2. — X et — Y définissant à l'instant t la résultante des actions du fluide, on voit facilement que

$$(2) \quad X - iY = \iint \rho \frac{\partial(u - iv)}{\partial t}\,d\sigma - \frac{i\rho}{2}\int_C (u - iv)^2 (dx + i\,dy) + \int_C q(dy + i\,dx)$$

avec

$$q = p + \frac{\rho}{2}(u^2 + v^2).$$

Remplaçons la dernière intégrale de (2) par

$$-\int_C (y + ix)\,dq = -\int_C (y + ix)\left(\frac{\partial q}{\partial x}dx + \frac{\partial q}{\partial y}dy\right),$$

et utilisons pour les dérivées partielles de q les valeurs tirées des équations du mouvement. Nous obtenons (ζ étant le tourbillon)

$$(3) \quad X - iY = 2\rho\int_C (y + ix)\zeta(u\,dy - v\,dx) - \frac{i\rho}{2}\int_C (u - iv)^2(dx + i\,dy) + \iint \rho\frac{\partial(u - iv)}{\partial t}\,d\sigma + \int_C \rho(y + ix)\left(\frac{\partial u}{\partial t}dx + \frac{\partial v}{\partial t}dy\right).$$

([1]) Cf. les toutes récentes *Leçons sur la théorie des Tourbillons* (Gauthier-Villars, 1929) de M. H. Villat où l'on trouvera (Chap. IV, V, VI) un remarquable exposé d'ensemble de toute la question. Pour la suite, voir en particulier page 95.

Supposons de plus, comme pour (1), que le mouvement soit périodique et de période T. En intégrant (3) pour une période, les deux derniers termes disparaissent et les valeurs moyennes X_m et Y_m sont données par

$$(4)\qquad T(X_m - iY_m) = 2\rho\int_0^T\left\{\int_C (y+ix)\zeta(u\,dy - v\,dx)\right\}dt - \frac{i\rho}{2}\int_0^T\left\{\int_C (u-iv)^2(dx+i\,dy)\right\}dt;$$

c'est la formule que nous avions en vue.

Reste à interpréter le premier terme au second membre : $\zeta\,d\sigma$ est constant quand on suit le mouvement d'une parcelle fluide occupant l'aire $d\sigma$, de sorte qu'à l'écoulement du fluide à travers un élément ds de (C) correspond un flux df de ζ à travers cet élément (flux en une période de la masse fictive de densité ζ). x et y étant les coordonnées de ds, on vérifie que le premier terme de (4) (au second membre) est

$$(5)\qquad 2\rho\int_C (y+ix)\,df.$$

Interprétation analogue dans (3).

3. Revenons au sillage de tourbillons alternés. Pendant une période deux tourbillons sensiblement ponctuels, d'intensités J et —J, sortent du contour aux ordonnées $\frac{h}{2}$, $-\frac{h}{2}$, même abscisse x. J étant $2\int\int\zeta\,d\sigma$ pour la section très petite du tourbillon, l'expression (5) vaudra

$$J\rho\left(\frac{h}{2}+ix\right) - J\rho\left(-\frac{h}{2}+ix\right) = J\rho h.$$

C'est la valeur du premier terme de la formule de M. Synge, obtenue de façon très intuitive, sans avoir besoin de supposer que (C) s'éloigne à l'infini et sans distinction à faire sur ce que le fluide est ou non limité par des parois.

4. Pour le moment en O des actions du fluide, on aura des formules analogues à (3) et (4)-(5). Ainsi (N étant ce moment)

$$(6)\qquad TN_m = -\rho\int_C (x^2+y^2)\,df - \text{Part. réelle de}\left(\frac{\rho}{2}\int_0^T\left\{\int_C (u-iv)^2 z\,dz\right\}dt\right).$$

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Théorie de la formation des gros ions et gouttelettes*. Note [1] de M. **Alex. Véronnet**, transmise par M. P. Appell.

Dans deux Notes précédentes sur la théorie électronique de l'éther (séances des 22 mai et 3 juin 1929), j'ai étudié l'action d'un atome d'hydrogène (électron tournant autour d'un proton) sur un atome extérieur. Cette action dépend de deux paramètres, l'angle de position de l'électron mobile sur son orbite et l'angle de position de cette orbite par rapport à l'électron extérieur.

Si l'on intègre cette action pour une révolution, l'action moyenne ne dépend plus que du second paramètre et l'on a, pour la force moyenne agissant sur l'électron extérieur, en négligeant les termes secondaires du développement,

$$F = \frac{3}{2}\frac{e^2}{r^2}\frac{a^2}{r^2}\left(\frac{3}{2}\cos^2\varphi - 1\right),$$

e représente la charge électrique de l'électron, a le rayon de l'orbite de l'électron tournant, r la distance de l'électron extérieur au centre de l'atome d'hydrogène, et φ l'angle du plan de l'orbite avec r.

Il y a attraction, quand le rayon vecteur de l'électron extérieur se trouve dans le voisinage de la normale à l'orbite et répulsion quand il est dans le voisinage du plan de l'orbite.

Si l'on calcule l'action moyenne pour toutes les positions de l'orbite, on obtient

$$E_m = -\frac{3}{4}\frac{e^2}{r^2}\frac{a^2}{r^2};$$

c'est une attraction inverse de la quatrième puissance de la distance. Elle est de l'ordre de grandeur de l'attraction d'un électron par un proton $e^2 : r^2$, pour des distances qui sont de l'ordre du rayon de l'atome a ou 10^{-8} cm. Cette attraction est donc énorme, comparée à l'attraction de gravitation.

Pour un atome complexe, composé de plusieurs électrons mobiles, la force d'attraction moyenne sera la somme des attractions exercées par chacune des orbites. Les orbites intérieures au noyau de l'atome ayant un rayon a très petit, on peut négliger leur action à l'extérieur. L'action

[1] Séance du 23 décembre 1929.

moyenne de l'atome se réduira à celle des électrons externes, dont le nombre est égal au nombre atomique n.

L'attraction moyenne d'un atome sur un électron extérieur sera donc proportionnelle à ce nombre,

$$F_m = -\frac{3}{4} n \frac{e^2}{r^2} \frac{a^2}{r^2}.$$

Dans un gaz ionisé, un électron libre sera donc capturé par un atome neutre, dès qu'il s'en rapprochera suffisamment. L'atome devient un ion négatif, et il attire à son tour les autres atomes neutres, avec la même force que l'électron libre. Les atomes ou molécules neutres se fixent donc en couches successives autour de l'atome central ionisé. On calcule que la pression de la première couche, formée de 12 atomes, atteint 20000^{atm} pour les atomes d'hydrogène et 340000^{atm} pour les atomes d'azote et d'oxygène de l'air. La pression de la seconde couche sera $2^4 = 16$ fois moindre, et $3^4 = 81$ fois moindre la pression de la troisième couche, et ainsi de suite. La pression diminue très vite jusqu'à celle du gaz, où l'ion se trouve plongé.

On calcule que l'ion peut agglomérer ainsi des centaines de mille de molécules ou d'atomes : on obtient bien ainsi les *gros ions* de MM. Langevin et de Broglie.

Ces calculs et résultats permettent d'expliquer plusieurs phénomènes atmosphériques et cosmiques.

On voit comment un jet d'électrons dans un gaz saturé de vapeur d'eau produit instantanément un nuage de *gouttelettes*. La théorie themodynamique de M. Langevin expliquait déjà les gouttelettes par l'accroissement électrique de la tension superficielle. Ces calculs la complètent en expliquant le début et l'amorçage de leur formation, par cette force électrique énorme.

Dans un *air humide* ces gros ions agglomèrent davantage les grosses molécules d'eau, où se collent les microbes, d'où les effets nocifs de l'humidité.

Ces gros ions seront d'autant plus stables, que le gaz sera plus raréfié. On peut s'attendre à les trouver plus nombreux dans la haute atmosphère du Soleil et de la Terre.

Les observations de M. Deslandres l'ont amené à considérer la *couronne solaire* comme formée d'une poussière solide, dont chaque grain aurait fixé une couche gazeuse par adsorption. Or les couches centrales des gros ions sont fixées rigidement les unes aux autres comme dans les solides et les couches extérieures peu comprimées conservent les propriétés des gaz.

Nous retrouvons les propriétés complexes exigées pour les particules de la couronne.

M. Végard a démontré que la raie verte de l'*aurore boréale* est produite par l'azote *solide*. Or à la hauteur où se forment les aurores, on sait que l'azote prédomine à l'exclusion de l'oxygène, et que la pression est trop faible et la température pas assez basse pour que l'azote y soit normalement solide. La raie verte est expliquée par les noyaux des gros ions, qui se comportent comme des particules solides.

Ces gros ions seront stables également dans les atmosphères raréfiées des comètes. Ils formeront les particules repoussées dans les *queues de comètes*. Chacune de ces particules donnerait à son tour une *étoile filante*, en pénétrant dans l'atmosphère terrestre et les particules démeurées libres autour du Soleil formeraient la *lumière zodiacale*.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *L'expérience de Melde et les conditions de Sommerfeld.* Note (1) de M. **L. Décombe**, présentée par M. Ch. Fabry.

1. Le mécanisme de l'émission lumineuse peut être rattaché aux oscillations que les orbites électroniques effectuent, dans certaines conditions, autour des orbites normales prévues par la Mécanique, le mécanisme de ces oscillations étant assimilable à celui qui conditionne le régime de la corde dans l'expérience de Melde (2).

Nos précédents résultats peuvent être étendus au cas plus général où les orbites perturbées coupent 1, 2, 3, ..., p fois l'orbite normale (3). Dans ce cas les lignes de force aboutissant à l'électron agissent globalement comme un diapason de fréquence $\frac{\mathcal{E}}{h}$, $\mathcal{E}$ désignant la valeur absolue de

(1) Séance du 23 décembre 1929.

(2) *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 684. Dans cette Note il faut lire :

Page 684, ligne 21 (de la Note) : *de fréquence fondamentale* $\frac{\mathfrak{N}}{2}$;

Page 685, ligne 2 : $2(n_0 - n) = p\mathfrak{N}$ (au lieu de $n_0 - n = p\mathfrak{N}$);

Page 685, ligne 5 : $2(n_0 - n)$ (au lieu de $n_0 - n$).

(3) Dans la Note précédente, n'avaient été envisagées que les orbites coupant l'orbite normale un nombre *pair* de fois. Plus généralement encore on pourrait envisager le cas où la fréquence des oscillations de l'orbite perturbée et celle de la révolution orbitale seraient *commensurables*, ce qui conduirait à une condition de stabilité analogue à celle qui conditionne le phénomène de Lissajous en Optique.

l'énergie trajectorielle de l'électron et h la constante de Planck. L'orbite étant supposée képlérienne, on a $\mathcal{E} = \overline{W}$, $\overline{W}$ désignant la valeur moyenne de l'énergie cinétique de l'électron sur sa trajectoire, ce qui permet de prendre $\frac{\overline{W}}{h}$ pour la fréquence du diapason. Comme dans l'expérience de Melde le régime oscillatoire de l'orbite sera stable (abstraction faite de l'amortissement) si l'on a

$$(1) \qquad \frac{\overline{W}}{h} = \frac{p\mathfrak{N}}{2} \qquad \textit{(condition de Melde)},$$

$\mathfrak{N}$ désignant la fréquence de la révolution orbitale.

Toutefois ce résultat n'est valable qu'autant que l'orbite est fermée, ce qui exige que la vitesse v de l'électron soit assez petite pour que le facteur $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ puisse être pris égal à l'unité.

2. Supposons maintenant qu'il n'en soit pas ainsi.

Le symbole $\mathfrak{N}$ n'a plus alors de sens. Au lieu d'une fréquence unique $\mathfrak{N}$ il y a lieu de considérer deux fréquences distinctes, la fréquence *radiale* ($\mathfrak{N}_r$) et la fréquence *azimutale* ($\mathfrak{N}_a$) qui conditionnent séparément le phénomène radial et le phénomène azimutal. On a d'ailleurs

$$\overline{W} = \overline{W_r} + \overline{W_a},$$

$\overline{W_r}$ et $\overline{W_a}$ désignant respectivement les deux parties correspondantes de l'énergie cinétique moyenne de l'électron sur sa trajectoire normale.

Lorsque l'électron est écarté accidentellement de cette trajectoire on peut admettre, par analogie avec les résultats ci-dessus rappelés, que les tubes de force aboutissant à la surface de l'électron tendent, dans certaines conditions, à l'y ramener par voie oscillatoire, leur action étant alors équivalente à celle de *deux* diapasons de fréquences respectives $\frac{\overline{W_r}}{h}$ et $\frac{\overline{W_a}}{h}$. La condition de Melde appliquée séparément au phénomène radial et au phénomène azimutal fournit alors les deux relations

$$(2) \qquad \frac{\overline{W_r}}{h} = \frac{p_1\mathfrak{N}_r}{2}, \qquad \frac{\overline{W_a}}{h} = \frac{p_2\mathfrak{N}_a}{2},$$

p_1 et p_2 désignant des nombres entiers. Abstraction faite de l'amortissement, ces relations expriment la condition pour que le régime oscillatoire de l'orbite soit stable.

Or, si l'on remarque que $\mathfrak{N}_r = \frac{1}{\tau_r}$, $\mathfrak{N}_a = \frac{1}{\tau_a}$ (τ_r et τ_a désignant les périodes

respectives du mouvement radial et du mouvement azimutal) les deux relations précédentes sont identiques, à la notation près, aux deux conditions bien connues de Sommerfeld :

$$\int_0^{\tau_1} m\frac{dr}{dt}dr = p_1 h, \qquad \int_0^{\tau_2} mr\frac{d\varphi}{dt}d\varphi = p_2 h.$$

Ainsi les conditions (dites de quantification) de Sommerfeld *se confondent avec la condition de résonance acoustique de Melde séparément exprimée pour le régime radial et pour le régime azimutal.*

Les conditions (3) étant supposées remplies, les deux diapasons totalisent leur action sur l'électron orbital en donnant lieu, par un mécanisme analogue à celui qui produit en Acoustique les sons *additionnels*, à une fréquence

$$\frac{\overline{W_r}}{h} + \frac{\overline{W_a}}{h} = \frac{\overline{W}}{h} = \frac{\mathcal{E}'}{h} = n_0 - n,$$

qui représente la fréquence *effective* des oscillations de l'orbite exactement comme dans le cas où cette orbite est fermée. Il reste à préciser le rôle des tubes de force dans le phénomène.

ACOUSTIQUE. — *Dissipation de l'énergie transportée par une onde aérienne.* Note (¹) de M. **Th. Vautier.**

Dans des Notes précédentes (²) nous avons reproduit quelques formes d'ondes aériennes obtenues par la méthode interférentielle dans nos expériences de 1923; rappelons que ces courbes sont construites en portant en abscisses les temps (millièmes de seconde) et en ordonnées les pressions (millimètres d'eau). Nous estimons que la surface comprise entre la ligne d'équilibre et la courbe est proportionnelle à l'énergie de l'onde; la variation de cette surface aux différents passages nous permettra donc de suivre la dissipation de l'énergie de l'onde avec le parcours.

1. Pour chaque sorte d'explosif, les surfaces calculées à un même passage sont proportionnelles à la charge. Ainsi pour le passage 1 de première section on a :

(¹) Séance du 23 décembre 1929.

(²) *Comptes rendus*, 179, 1924, p. 256; 183, 1926, p. 1267 et 1335.

		1.	2.	3.	4.	5.
Rapport des charges						
Rapport des surfaces des ondes de :	Amorces	1,00	1,84	-	4,00	4,82
	Pistolet	1,00	2,01	-	-	-
	Poudre noire	1,00	2,12	3,06	-	-

2. Pour les ondes obtenues par deux explosifs différents, les surfaces sont proportionnelles au nombre de calories dégagées par l'explosion. Faisons encore le calcul sur le passage 1 de première section. Il résulte des mesures de Berthelot et Vieille que la chaleur dégagée par l'explosion de 1^g de fulminate de mercure pur est de $\frac{114.5}{284} = 0^{cal},403$. L'explosion d'une amorce 2^g dégage donc $0^{cal},806$, et la surface moyenne des ondes obtenues représente 984^{mm^2}; l'explosion d'une amorce $2^g,5$ dégage $1^{cal},0075$ et produit une onde dont la surface est de 1186^{mm^2}. Nous en concluons qu'une explosion de fulminate dégageant 1^{cal} nous donnerait dans les mêmes conditions des ondes de 1221 ou 1177^{mm^2}, soit une surface moyenne de 1199^{mm^2}. Ce coefficient de proportionnalité étant admis, calculons, d'après la surface des ondes obtenues, quelle est la quantité de chaleur dégagée par la détonation de 1^g de poudre noire dans le pistolet. L'onde de pistolet 1^g ayant une surface de 966^{mm^2}, la quantité de chaleur serait de $0^{cal},806$; pour l'onde de pistolet 2^g de surface $S = 1939^{mm^2}$, elle serait de $0^{cal},809$ par gramme. En moyenne 1^g de poudre noire dégagerait donc $0^{cal},807$. Dans le cas des ondes obtenues par simple combustion de la poudre, nous trouvons :

			Chaleur dégagée par gramme.
	g	mm²	cal
Ondes de poudre	3,5	S = 3285	0,783
»	7	S = 6964	0,830
»	10,5	S = 10071	0,800
Moyenne			0,804

Les mesures directes de la chaleur dégagée par détonation de 1^{kg} de poudre noire ont donné 807^{cal} (Roux et Sarrau), ce qui justifie donc notre affirmation.

3. Le rapport des surfaces de deux passages séparés par un même parcours est constant. Si nous faisons le rapport $\frac{S_{n+1}}{S_n}$ des surfaces de deux passages consécutifs séparés par un parcours de 112^m et une réflexion, nous obtenons :

Pour les ondes courtes (amorces, pistolet) 0,913
Pour les ondes longues (poudre noire, coton-poudre) 0,950

rapports que nous pouvons considérer comme des valeurs approchées du

coefficient de réflexion, en raison du faible parcours qui sépare ces deux passages.

Entre les passages n et $n+2$ séparés par un long parcours et deux réflexions, les valeurs moyennes du rapport $\frac{S_{n+2}}{S_n}$ sont :

Première série d'expériences (parcours 3280^m)	ondes courtes......	0,782
	ondes longues.....	0,871
Deuxième série d'expériences (parcours 3169^m)	ondes courtes......	0,778
	ondes longues.....	0,849

4. Puisque les rapports précédents sont constants, nous pouvons dire que le coefficient de réflexion est constant et que la surface décroît en progression géométrique quand le parcours croît en progression arithmétique. Ce dernier résultat peut se représenter par une formule exponentielle de la forme $S = S_0 e^{-\sigma x}$, S_0 étant la surface initiale, x la distance parcourue et σ une constante caractérisant l'amortissement par le parcours. Un raisonnement simple nous permet de transformer cette formule pour tenir compte des réflexions qui se produisent à chaque extrémité de la conduite. Soit ψ le coefficient de réflexion ; si l'onde subit une réflexion au point où la distance parcourue est x, la surface S devient après la réflexion $S' = \psi . S$ ou encore $S' = S_0 \psi e^{-\sigma x}$. Au passage n où l'onde a subi $n - l$ réflexions, la distance parcourue étant $\mathcal{L}$, la surface est donc réduite à

$$S_n = S_0 \psi^{n-l} e^{-\sigma \mathcal{L}}.$$

C'est la formule qui représente la dissipation de l'énergie d'une onde dans la conduite. Les rapports que nous avons donné ci-dessus permettent de calculer ses coefficients. Si L est la longueur de la conduite, entre les passages n et $n+2$ le parcours sera 2L et la formule peut s'écrire

$$\frac{S_{n+2}}{S_n} = \psi^2 e^{-\sigma . 2L}.$$

Pour les passages n et $n+1$ séparés par le parcours de 112^m, la formule donne

$$\frac{S_{n+1}}{S_n} = \psi . e^{-\sigma . 112 . 10^2}.$$

Au moyen de ces deux formules nous pouvons calculer ψ et σ. Nous avons obtenu :

Ondes courtes........	$\psi = 0,92$	$\sigma = 2,2 . 16^{-7}$
Ondes longues........	$\psi = 0,96$	$\sigma = 1,6 . 10^{-7}$

quand $\mathcal{L}$ est exprimée en centimètres.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un procédé d'activation de la matière.* Note (1) de M. G. **Reboul**, présentée par M. A. Cotton.

J'ai indiqué antérieurement comment on pouvait, au moyen de cellules de résistance, produire un rayonnement très absorbable; le fonctionnement des cellules est, en outre, accompagné d'un effet assez curieux : *les corps exposés à leur action acquièrent la propriété d'impressionner la plaque photographique et de décharger l'électroscope; ils la conservent, parfois pendant plusieurs heures, après que la cellule a cessé de fonctionner.*

I. J'ai étudié des lames de nature diverse : plomb, bismuth, zinc, cuivre, laiton, fer, aluminium, charbon, ainsi que des lames métalliques sur lesquelles étaient collées des bandelettes de papier ou de carton. Pour les activer, il suffit de les mettre en contact avec l'électrode grille d'une cellule traversée par un courant de 1 à 2 milliampères sous une tension de quelques dizaines de milliers de volts; la durée d'exposition varie, suivant les cas, d'une demi-heure à plusieurs heures. Si les lames métalliques sont nues, on les substitue simplement à l'électrode grille de la cellule.

II. Les lames ainsi traitées ont la propriété de rendre les gaz conducteurs : on le montre facilement en les plaçant dans un condensateur dont on suit la décharge à l'électromètre; leur action, qui présente les caractères d'une ionisation, se poursuit parfois pendant plusieurs heures, elle disparaît peu à peu avec le temps suivant une forme exponentielle. Par exemple une lame de plomb mise en contact avec une cellule traversée par un courant de 1 milliampère sous une tension d'environ 20000 volts donne les courants suivants à partir du moment où on l'a introduite dans le condensateur :

Temps (minutes)	0.	5.	10.	20.	30.	40.	50.	60.	90.	120.	150.
Charges extraites par minute	70	60	52	46	40	34	27	22	13	8	5

La surface métallique activée était de 20^{cm^2}, l'unité servant à exprimer les charges extraites 5.10^{-14} coulomb, le champ extracteur (80 volts/cm) était plus que suffisant pour assurer la saturation; les valeurs précédentes donnent une idée de l'activité des lames et de sa diminution avec le temps.

III. L'action sur une plaque photographique, préalablement enveloppée

(1) Séance du 23 décembre 1929.

d'une feuille de papier noir, s'observe facilement parce que l'on peut sans inconvénient augmenter les temps de pose qui varient, suivant les cas, de quelques heures à un ou deux jours. L'action est nette avec des lames métalliques actives à l'électromètre ; elle est particulièrement vive avec des corps comme le papier ou le carton, dans ces derniers cas l'activité photographique persiste parfois pendant plusieurs jours, quoique l'activité électrométrique ne soit plus appréciable au bout de quelques heures.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le calcul d'un galvanomètre.* Note (¹) de M. **Michel**, présentée par M. A. Cotton.

Soient P la sensibilité du galvanomètre aux forces électromotrices; R la résistance totale du circuit sur lequel il fonctionne, supposée égale à la résistance critique de l'appareil; K le moment d'inertie du système oscillant; C le couple de rappel pour l'angle unité; S la surface totale des spires du cadre; H le champ magnétique, et T la période libre du galvanomètre.

On a

$$P = \frac{SH}{CR}, \tag{1}$$

$$R = \frac{(SH)^2}{2\sqrt{KC}}, \tag{2}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{K}{C}}, \tag{3}$$

d'où l'on tire

$$P^2 = \frac{T}{\pi CR}. \tag{4}$$

Pour augmenter P il faut diminuer autant que possible la valeur de C. Or C doit être pris égal à un nombre de fois déterminé le couple introduit par les bandes flexibles qui relient le cadre au circuit extérieur (ce nombre de fois dépendant de la fidélité dont l'appareil doit être susceptible). Le couple de rappel dû aux bandes d'amenée de courant ayant une valeur minima qu'on ne peut guère dépasser, il en résulte également pour C une limite inférieure pour un usage déterminé

De (2) et (3) on tire le champ magnétique pour lequel le galvanomètre

(¹) Séance du 23 décembre 1929.

fonctionne avec l'amortissement critique

(5) $$H^2 = \frac{4\pi}{T}\frac{KR}{S^2}.$$

Soient K_0 le moment d'inertie du cadre, r sa résistance et H_m le champ magnétique suffisant pour rendre le cadre seul apériodique en court circuit

(6) $$H_m^2 = \frac{4\pi}{T}\frac{K_0 r}{S^2}.$$

Si l'on calcule H_m^2 en ne tenant compte que des côtés verticaux du cadre, on trouve

$$H_m^2 = \frac{4\pi}{T} p \rho \quad (^1),$$

où p est la densité du conducteur, ρ sa résistivité.

C'est donc une constante pour tous les galvanomètres en fil de cuivre de même période.

Posons

$$\frac{H^2}{H_m^2} = m^2; \qquad \frac{K}{K_0} = k;$$

(5) et (6) donnent

$$(R - r) = R \times \frac{m^2 - k}{m^2};$$

(4) devient donc en fonction de $(R - r)$ et de T

(4') $$P^2 = \frac{T}{\pi C(R - r)} \times \frac{m^2 - k}{m^2}.$$

k étant au moins égal à 1, P est maximum pour $k = 1$ et ce maximum croît avec m, c'est-à-dire avec H, d'ailleurs faiblement dès que m atteint quelques unités.

Cette sensibilité angulaire P que l'on a l'habitude de considérer n'est pas directement mesurable, ce qui l'est c'est le produit de P par la distance l de la règle au miroir du galvanomètre et c'est ce produit qu'il faut rendre maximum.

Or l dépend, toutes choses égales d'ailleurs, des dimensions du miroir, c'est-à-dire de k. C'est, en effet, la diffraction par le miroir qui limite la distance à laquelle on peut placer la règle du miroir pour avoir un spot net.

---

(1) ZERNICKE, *Ams. Proc.*, 24, 1989, p. 239; *K. Akad. Amsterdam Proc.*, 24, 1927, p. 239.

Pour un miroir sphérique rectangulaire de rayon l et de largeur $2Y$, l'image d'un point lumineux placé au centre du miroir a une largeur donnée par la formule

$$\varepsilon = \frac{\bar{\lambda} l}{Y},$$

où $\bar{\lambda}$ est la longueur d'onde de la lumière employée.

Lorsque nous cherchons le maximum de $P \times l$ nous devons donc admettre que la distance à laquelle on peut placer la règle varie proportionnellement à la largeur du miroir Y.

Or Y varie comme la racine cubique du moment d'inertie du miroir $(K - K_0)$ et par suite comme la racine cubique du rapport

$$\frac{K - K_0}{K} = \frac{k - 1}{k} \quad (^1).$$

Le déplacement mesurable du spot est donc maximum avec le produit

$$\frac{T}{4\pi C(R - r)} \times \frac{m^2 - k}{m^2} \times \left(\frac{k - 1}{k}\right)^{\frac{1}{3}}.$$

Ce maximum a lieu pour

$$k \simeq \frac{m}{\sqrt{3}}.$$

La sensibilité P devient, avec cette valeur de k,

$$(4'') \qquad \frac{T}{4\pi C(R - r)} \times \frac{\sqrt{3}m - 1}{\sqrt{3}m}.$$

Il est en outre facile de voir que c'est le plus petit cadre et le plus petit miroir satisfaisant aux formules ci-dessus qui donnent le galvanomètre le plus sensible. Si l'on augmente K et C proportionnellement (²) l augmente comme $\sqrt[3]{K}$ et P diminue comme $\sqrt[2]{C}$; le produit Pl diminue donc.

(¹) K est en effet une constante, pour T donné, d'après (3).

(²) D'après (3).

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'effet Volta. Influence de l'oxydation des électrodes.* Note (1) de M. **Emmanuel Dubois**, présentée par M. Cotton.

J'ai indiqué (2) comment on pouvait déterminer avec rigueur les variations de l'effet Volta V, produites par l'addition, à l'une des deux électrodes en présence, d'une impureté gazeuse déterminée.

J'ai appliqué la même méthode à la recherche de l'action de l'oxygène.

Dans une première série de mesures, l'électrode est immergée quelques minutes dans l'oxygène pur, à froid et à une pression de quelques centimètres de mercure. On fait ensuite le vide dans l'appareil et l'on mesure V. On constate alors que l'immersion dans l'oxygène a rendu le métal électronégatif. La variation de V, observée sur huit métaux différents, est toujours très nette, de plusieurs dixièmes de volt; elle peut même dépasser 0,8 volt dans le cas du palladium.

Dans une deuxième série de mesures, l'électrode est chauffée quelques secondes dans l'oxygène : le métal devient encore plus électronégatif.

Enfin, si une électrode, préalablement oxydée à froid ou à chaud, est chauffée dans le vide, la disparition de l'oxygène rend de nouveau ce métal électropositif.

L'action de l'oxygène est donc très nette : dans tous les cas la présence de ce gaz, soit adsorbé dans le métal, soit combiné à lui, rend ce métal électronégatif.

PHOTO-ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'absorption des tartrates de cuivre droit et gauche et de leur mélange.* Note (3) de M. **Trajan D. Gheorghiu**, présentée par M. A. Cotton.

J'ai utilisé le photomètre photo-électrique, muni de deux cellules au potassium et à l'argon, que j'ai décrit dans une Note précédente (4) à la mesure de l'absorption de la radiation verte du mercure par les solutions des tartrates de cuivre droit et gauche et par leur mélange.

---

(1) Séance du 23 décembre 1929.

(2) *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 93.

(3) Séance du 23 décembre 1929.

(4) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1609.

Les tartrates employés avaient été préparés autrefois par M. Cotton, en partant de l'acétate de cuivre et des acides tartriques droit et gauche. On en a fait deux solutions pareilles renfermant toutes deux 2^g de tartrate dans 100^{cm^3} d'une solution de potasse faite aussi à la concentration de 2 pour 100. Après avoir mesuré l'absorption de ces solutions, on en a fait un mélange à volumes égaux, dont on a mesuré aussitôt après l'absorption dans les mêmes conditions.

Pour les mesures, je disposais de deux cuves à faces parallèles de même épaisseur ($14^{mm},92$), dans chaque cas je mesurais d'abord l'énergie I_0 transmise à travers une de ces cuves remplie du dissolvant (solution de potasse) puis l'énergie I transmise par la cuve identique renfermant le liquide coloré. Ces énergies sont proportionnelles aux longueurs y_0, y prises sur le potentiomètre qui sert à établir la compensation des courants photo-électriques. Dans le tableau suivant ces longueurs sont indiquées en millimètres, 1^{mm} correspondant à une chute de potentiel de 0,6 millivolt; y_0 se rapporte à la cuve pleine de dissolvant, y à la cuve remplie du liquide coloré.

Solution.	y_0.	y.	$\frac{y_0}{y}$.
Tartrate gauche	349	147	2,374
Tartrate droit	336	142	2,366
Mélange à volumes égaux	336	119	2,824

Ce tableau montre que l'absorption des deux tartrates est la même, car la petite différence qu'on constate est en dessous des erreurs de la mesure photométrique. Mais par contre le mélange présente une absorption nettement plus grande puisque le rapport $\frac{y_0}{y}$ augmente de 19 pour 100 quand on passe des tartrates à leur mélange.

PHOTOMÉTRIE. — *Sur la mesure visuelle des brillances très faibles.* Note (¹) de M. **J. Dufay** et Mlle **R. Schwégler**, présentée par M. Ch. Fabry.

Un certain nombre de recherches de physique pure et d'astrophysique exigent la mesure de brillances très faibles. Les mesures visuelles sont avantageuses par leur rapidité, mais on sait que leur précision diminue avec la brillance des plages. Il nous a paru utile de rechercher, par des expériences

(¹) Séance du 23 décembre 1929.

systématiques, sur quelle précision on pouvait compter pour toutes les brillances inférieures à 10^{-6} bougie par centimètre carré.

Dispositif expérimental. — Une lampe à incandescence L, d'intensité constante et bien connue, éclaire normalement un écran diffusant de papier buvard blanc. On observe celui-ci à 38° de la normale avec un photomètre qui comporte une plage de comparaison de même nature, éclairée par une lampe auxiliaire, à travers un coin absorbant gris neutre ([1]). On fait varier l'éclairement de l'écran en déplaçant la lampe L. Nos expériences sont faites dans la galerie souterraine de l'Observatoire de Lyon, dont la grande longueur (130m) permet d'obtenir ainsi des affaiblissements considérables. La lampe L est, à cet effet, montée avec les accumulateurs qui l'alimentent et tous ses accessoires sur un chariot roulant. Un système de diaphragmes évite tout éclairement des parois de la galerie et par suite toute lumière parasite.

L'intensité lumineuse de la lampe L a été contrôlée à l'aide de quatre lampes étalons du Laboratoire Central d'Électricité. Nous avons d'autre part mesuré le facteur de brillance de l'écran dans les conditions où il nous a servi, au moyen d'un photomètre sans écran diffusant de Fabry et Buisson. Les brillances réalisées sont donc connues en bougies par centimètre carré.

Observations et résultats. — Chaque mesure comporte dix égalisations photométriques consécutives. Nous formons les écarts e de chaque pointé par rapport à la moyenne et nous évaluons l'écart moyen d'un pointé $\varepsilon = \sqrt{\frac{e^2}{10}}$, qui nous sert à caractériser la précision des mesures. Chaque série a été répétée plusieurs fois et les valeurs moyennes obsenues ont été portées en ordonnées sur un graphique dont les abscisses sont proportionnelles aux logarithmes des brillances. Les points s'alignent sur des courbes régulières, d'autant plus exactement que les écarts moyens ε sont plus petits, et les résultats obtenus par les deux observateurs sont tout à fait concordants. Le tableau ci-après, dressé à l'aide de 1800 pointés environ, montre l'allure des conrbes obtenues pour les différentes valeurs que nous avons données au diamètre apparent α des plages.

([1]) Photomètre construit par l'un de nous pour la mesure de la brillance du ciel nocturne (*Bull. Soc. franc. Phys.*, n° 200, 1924, p. 57 S; *Bull. Obs. Lyon*, 10, 1928, p. 20; *Journ. Phys.*, 9, 1928, p. 391).

Brillances en bougies par cm².	Diamètre apparent, en radians. 0,10.	0,075.	0,05.	0,025.
10^{-6}	0,018	0,02	0,02	0,05
5.10^{-7}	0,020	0,02	0,03	0,06
10^{-7}	0,025	0,025	0,04	0,09
5.10^{-8}	0,030	0,03	0,045	0,10
10^{-8}	0,040	0,05	0,08	0,16
5.10^{-9}	0,050	0,07	0,13	0,22
10^{-9}	0,16			
5.10^{-10}	0,30			

Ce tableau met en évidence l'influence considérable du diamètre apparent des plages sur la précision des pointés : *la mesure visuelle des brillances faibles exige des plages de grande étendue angulaire* (1). Lorsque celle-ci atteint 0,1 radian, l'écart moyen d'un pointé ne varie que très lentement tant que la brillance n'est pas inférieure à 10^{-8} bougie par centimètre carré. Nos résultats sont alors correctement représentés par la formule empirique

$$\varepsilon = \frac{1}{151,5 + 16 \log B},$$

où B est la brillance en bougies par centimètre carré.

L'écart moyen augmente ensuite de plus en plus vite à mesure que la brillanee se rapproche du minimum perceptible à la vue. Les courbes relatives aux autres valeurs de α ont même allure générale, mais la valeur du minimum perceptible dépend naturellement du diamètre apparent (2). Lorsque celui-ci atteint 0,25 radian, uue brillance de 2.10^{-10} bougie par centimètre excite encore très nettement la sensation visuelle, et la valeur du minimum perceptible nous paraît être alors égale ou un peu inférieure à 10^{-10} bougie par centimètre carré (3).

(1) Qualitativement ce phénomène est connu de tous les observateurs qui ont eu l'occasion de mesurer des brillances très petites.

(2) Conformément aux anciennes observations de Lord Rayleigh sur l'invisibilité des objets de faible diamètre apparent par des nuits sombres (Lord RAYLEIGH, *Scientific Papers*, 2, p. 87, 92 et 187).

(3) Valeurs sensiblement identiques à celles qu'ont obtenues, il y a plusieurs années, J. Cabannes et J. Granier dans des expériences restées inédites.

SPECTROSCOPIE. — *Spectres de bandes de la vapeur de zinc.* Note [1] de M. **H. Volkringer**, présentée par M. Ch. Fabry.

Dans une précédente Communication, j'ai eu l'occasion de signaler que la vapeur de zinc, portée au rouge dans un tube de silice fondue, émet un spectre de bandes lorsqu'elle est excitée par décharges sans électrodes.

Je rappelle que ce spectre commence à apparaître pour une température voisine du rouge, et dans ces conditions, il a déjà été étudié expérimentalement et théoriquement. Si la température augmente, les têtes de bandes deviennent beaucoup moins nettes, et un bien plus grand nombre de raies apparaissent.

Voici les longueurs d'onde des raies comprises entre $\lambda = 2983$ Å et $\lambda = 3282$ Å :

2983 tête	3048	3123	3185 t. f. ?
2986	3051 t. f.	3126	3189 t. f. ?
2988	3056 t. f.	3131 t. f.	3191
2991	3057 tête	3135	3195
2994	3060	3138	3200
2997	3064	3141	3205 t. f.
3001	3068	3146	3209
3006	3072 } raies du zinc	3149	3213
3008	3076 } raies du zinc	3155	3218
3011	3083	3157	3222
3013	3088 t. f.	3161	3227
3016	3090	3167	3233
3019 raie du zinc	3097	3170 ?	3239
3025	3105	3173 ?	3246
3030	3107	3177	3253
3036 raie du zinc	3114	3179 ? t. f.	3269
3042	3117	3183	3275 t. f.
			3282 raie du zinc

La détermination de ces longueurs d'onde a été faite, soit à l'aide d'enregistrements photographiques pris au microphotomètre, soit par interpolation entre les raies du fer à l'aide d'une machine à diviser.

En examinant avec soin les clichés et les enregistrements il semble certain que ces bandes ont une structure fine complexe. L'observation en est rendue

[1] Séance du 23 décembre 1929.

difficile pour les raisons suivantes : au moment où ce spectre apparaît, le tube est très peu lumineux. Il est donc difficile d'avoir à la fois une fente étroite et une grande dispersion. On pourrait songer à augmenter le temps de pose (qui est pratiquement de 4 heures), mais le tube est porté au rouge, et la vapeur de zinc excitée par décharges sans électrodes, n'est pas sans action sur la silice du tube.

Si l'on se demande quel est le porteur de ce spectre, on est amené, par le large espace qui sépare les raies, à attribuer à la molécule un moment d'inertie très petit. On peut penser que l'on a affaire à l'hydrure de zinc. Il convient toutefois d'être très prudent dans cette affirmation. En premier lieu, toutes les précautions prises dans la préparation du tube semblent exclure la présence possible d'une quantité d'hydrogène suffisante pour donner naissance à ces bandes, surtout si l'on songe que, dans les conditions où l'on opère, la pression de la vapeur de zinc est de l'ordre de quelques centimètres.

En deuxième lieu, à une température inférieure au rouge, apparaît le spectre du zinc, sans spectre de bandes : ce qui conduit à penser que l'hydrure n'existerait pas à cette température, mais se formerait pour des températures supérieures au rouge. Ces conclusions semblent difficiles à admettre.

RADIOCHIMIE. — *La photolyse de l'eau et l'effet photovoltaïque des électrodes d'or et de platine.* Note [1] de M. **René Audubert**, présentée par M. Jean Perrin.

Dans une Note récente [2], j'ai signalé que le potentiel d'inversion V_i de l'or et du platine au contact de différents électrolytes était une fonction linéaire du potentiel V_0 de la lame à l'obscurité : $V_i = V_0 + a$; ce qui conduit à supposer que le rôle essentiel dans ces phénomènes doit être joué par la substance commune, l'eau.

L'étude de l'influence de la fréquence de la radiation excitatrice précise ce point de vue. Les expériences ont été effectuées avec des écrans colorés dont les fréquences moyennes avaient été déterminées spectrophotométri-

(1) Séance du 23 décembre 1929.

(2) R. Audubert, *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 800.

quement, les lectures étant rapportées à une même intensité de rayonnement.

On vérifie, quel que soit l'état de polarisation de la lame, en d'autres termes le sens et l'intensité de l'effet photovoltaïque, que la sensibilité des électrodes de platine et d'or croît avec la fréquence.

Si l'on détermine les caractéristiques ([1]) [courbes $\Delta i = f(V)$] des lames pour différentes radiations, on constate que le potentiel d'inversion V_i est indépendant de la fréquence.

La mesure de l'effet pour deux radiations permet de calculer la fréquence seuil ν_0 pour laquelle l'effet est nul, en admettant en première approximation que l'effet est proportionnel à la fréquence, ce qui a été en gros vérifié pour trois groupes de radiations. La fréquence seuil ν_0 est indépendante de l'état de polarisation de la lame et de la concentration de l'électrolyte, elle ne dépend que de la nature de celui-ci et du métal. Pour un métal donné, les électrolytes présentant le même potentiel d'inversion possèdent approximativement le même seuil.

En portant en abcisses les potentiels à l'obscurité V_0, en ordonnées les valeurs correspondantes de ν_0, on vérifie la relation : $\nu_0 = A - \alpha V_0$, la constante A est égale à $5,88.10^{14}$ pour le platine et $5,7.10^{14}$ pour l'or ([2]), le coefficient α est le même pour ces deux métaux et égal à $2,24.10^{14}$ lorsque les potentiels sont exprimés en volts.

Si l'on admet que la lumière visible est susceptible de provoquer une photolyse de l'eau, on peut expliquer le phénomène de l'inversion et les résultats précédents relatifs à l'influence de la fréquence.

En effet, on peut admettre à l'électrode éclairée des processus représentés par les schémas suivants : pour le platine par exemple on aurait :

$$\text{Pt polarisé anodiquement} + H_2O + h\nu \rightarrow \text{Pt} + \frac{1}{4}O_2 + \text{Effet négatif,}$$

$$\text{Pt polarisé cathodiquement} + H_2O + h\nu \rightarrow \text{Pt} + \frac{1}{2}H_2 + \text{Effet positif.}$$

Ou encore, en supposant que la molécule d'eau joue le rôle de sensibilisateur optique suivant le mécanisme indiqué par Baur ([3]), l'absorption d'un quan-

---

([1]) R. Audubert, *Comptes rendus*, 177, 1923, p. 818 et 1110.

([2]) Ces écarts sont légèrement supérieurs aux erreurs d'expériences mais, étant donnée la précision des mesures, il est difficile d'affirmer que les deux droites ne sont pas confondues.

([3]) Baur, *Zeit. f. Elek.*, 34, ix, 1928, p. 595.

tum par H^2O rendrait celle-ci capable par libération d'un électron de participer à une électrolyse moléculaire :

$$H_2O + h\nu \rightarrow [H_2O] \begin{cases} [-] + H^{+} \longrightarrow 1/2\ H_2, \\ [+] + \text{Pt pol. cath.} \longrightarrow \text{Pt} + \text{Effet positif.} \end{cases}$$

$$H_2O + h\nu \rightarrow [H_2O] \begin{cases} [-] + \text{Pt pol. anod.} \longrightarrow \text{Pt} + \text{Effet négatif}, \\ [+] + OH^{-} \longrightarrow 1/4\ O_2 + 1/2\ H_2O. \end{cases}$$

Dans tous les cas, l'action de la lumière s'accompagne de libération d'oxygène et d'hydrogène.

On peut supposer que grâce à leur moment électrique élevé les molécules d'eau sont fixées diélectriquement par l'électrode, et subissent ainsi une déformation, qui les rend capables d'absorber des radiations qu'elles n'absorbent pas à l'état normal, les radiations de petite longueur d'onde du spectre visible par exemple; les produits de la photolyse sont ainsi susceptibles de dépolariser l'électrode. Pour expliquer que les valeurs de ν_0 ne dépendent que du potentiel d'équilibre à l'obscurité et non de la polarisation provoquée; on peut admettre, en considérant une électrode d'or et de platine en équilibre comme une électrode à hydrogène, que la pression d'hydrogène du milieu constitue l'un des facteurs essentiels du mécanisme d'absorption de la lumière.

L'hypothèse d'une photolyse de l'eau semble confirmée par le calcul de la force électromotrice de décomposition v à partir des seuils de fréquence par la relation $ev = h\nu_0$; on obtient, en effet, les valeurs suivantes :

	Pt.	Au.
Solutions acides	1,64 volts	1,72 volts
Sels neutres	1,82 »	1,88 »
Solutions basiques	2,09 »	2,17 »

Ces nombres sont très voisins de la f. e. m. de décomposition électrolytique, qui pour les solutions acides est de 1,69 volt alors que le calcul à partir de ν_0 donne 1,64. Les écarts entre l'or et le platine correspondent, du reste aux différences des surtentions de ces métaux à l'égard de l'hydrogène.

En résumé, si des effets d'une autre nature, toujours possibles, interviennent dans ces phénomènes, les résultats précédents semblent montrer que la photovoltaïcité des électrodes inaltérées peut être rattachée à une photolyse de l'eau.

RADIOCHIMIE. — *Influence du milieu sur l'effet photovoltaïque de l'iodure de cuivre*. Note [1] de Mlle **Marguerite Quintin**, présentée par M. Jean Perrin.

On sait que deux lames de cuivre ioduré étant plongées dans un électrolyte, si l'on éclaire l'une d'elles une différence de potentiel prend naissance, l'électrode illuminée étant généralement positive par rapport à celle maintenue à l'obscurité. Un tel système constitue une pile photovoltaïque dont la force électromotrice se mesure à l'aide d'un montage potentiométrique.

Les lames étudiées étaient recouvertes d'une pellicule obtenue par électrolyse d'une solution d'iodure de potassium. Dans les électrolytes contenant soit des ions I^-, soit des ions Cu^{++}, le potentiel à l'obscurité d'une telle électrode est remarquablement constant (dans KI M/200 qui servait de solution de référence, il était à 18° de 295 ± 4 millivolts par rapport à l'électrode au calomel KCl saturé). Les effets photovoltaïques sont parfaitement stables et reproductibles : pour les mêmes conditions de préparation ils sont identiques.

L'influence de la nature de l'électrolyte est complexe en raison de la possibilité d'attaque, même à l'abri de la lumière, de l'électrode par la solution; aussi faut-il distinguer l'effet instantané de la variation en fonction du temps.

A l'obscurité la pellicule ne reste absolument inaltérée qu'au contact des iodures alcalins. Dans ces solutions, immédiatement après formation, la lame donne un effet photovoltaïque positif faible, qui croît beaucoup en deux ou trois jours et reste alors très stable pendant plusieurs mois. Lorsque la lame est stable, une variation de la concentration a une influence très nette sur l'effet photovoltaïque, celui-ci présentant un maximum au voisinage de M/200; pour les concentrations plus élevées la courbe est sensiblement représentée par la relation :

$$e = a + b \log C.$$

Ce résultat conduit à admettre que l'iodure de cuivre au contact des iodures alcalins peut, pour un certain intervalle de concentration, fonctionner comme une électrode à iode.

(1) Séance du 23 décembre 1929.

Dans les solutions de sels de cuivre (sulfate, nitrate, chlorure), l'effet instantané est positif mais très voisin de zéro, puis il s'inverse et prend des valeurs négatives de plus en plus grandes en valeurs absolues quoique le potentiel à l'obscurité reste constant.

Dans tous les électrolytes neutres, l'effet instantané est plus faible que dans les iodures alcalins, mais toujours positif; la sensibilité diminue en fonction du temps au fur et à mesure de l'attaque. On peut cependant, en employant des durées d'immersion très courtes, éviter l'altération de la pellicule photosensible. Dans les solutions de KCl, NaCl, $BaCl_2$, SO_4K_2, SO_4Na_2, NO_3K, à même concentration, les effets sont sensiblement identiques. Au cours du temps le potentiel à l'obscurité varie lentement, la sensibilité s'atténue et finit par tomber à $\frac{1}{100}$ de sa valeur initiale en moins d'un mois.

Les ions H^+ et OH^- ont une influence particulièrement nette [1] : entre pH = 3 et pH = 11 l'électrode n'est pas altérée si l'immersion est d'assez courte durée. Dans ces conditions on obtient des effets toujours positifs qui sont maximum au voisinage de la neutralité. Si l'on prolonge la durée d'immersion l'effet diminue et finit par s'inverser tant en milieu acide qu'en milieu alcalin.

La diminution de la sensibilité en fonction du temps dans tous les électrolytes peut être attribuée, en raison de l'attaque possible, à la production d'ions Cu^{++}.

L'apparition d'effets photovoltaïques s'accompagne d'une altération de la substance photosensible, manifestée par un noircissement, mais ce phénomène ne se produit que lorsque la lame est au contact d'un électrolyte et si elle est dans un circuit. Une lame sèche soumise à un rayonnement visible ou ultraviolet pendant plusieurs heures ne présente aucune modification; il en est de même si la lame est au contact d'un électrolyte mais n'est pas connectée à une deuxième électrode.

Ces résultats montrent que le processus du phénomène relève d'une action de la lumière à la fois sur le liquide et sur la substance photosensible.

---

(1) G. Athanasiu (*Comptes rendus*, 188, 1929, p. 786) a signalé l'inversion de l'effet photovoltaïque sous l'action des ions OH^-. Avec l'iodure de cuivre, en restant dans les limites où la lame est inaltérée, je n'ai pu obtenir ce résultat pour l'effet instantané.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur la nature du rayonnement absorbable qui accompagne les rayons α du polonium.* Note [1] de Mme **Irène Curie** et M. **Frédéric Joliot**, présentée par M. Jean Perrin.

Dans un travail déjà ancien, Russell et Chadwick [2] ont observé un rayonnement très absorbable émis en très faible proportion par de fortes sources de polonium; admettant que ce rayonnement était de nature γ primaire, ils ont déterminé son coefficient d'absorption massique dans l'aluminium $\mu/\rho = 215$. Plusieurs observations faites à l'Institut du radium paraissaient en accord avec ces résultats.

Ayant voulu vérifier l'origine primaire et le coefficient d'absorption de ce rayonnement, nous l'avons étudié sur des sources de polonium déposé par électrolyse sur nickel ou sur argent. Nos premières courbes d'absorption dans l'aluminium fournissaient une valeur de μ/ρ voisine de celle qui était admise. Cependant, les courbes qui représentent le logarithme du courant d'ionisation en fonction de la masse par cm^2 d'aluminium traversé ne sont pas absolument droites; elles ont toutes une faible courbure systématique dans le sens inverse d'un effet de filtration. D'autre part, l'allure des courbes diffère nettement pour une source de polonium sur nickel et une source sur argent.

Nous avons alors étudié l'absorption du rayonnement par la cellophane, en vue de varier les conditions expérimentales. Contrairement à notre attente le rayonnement de la source sur nickel est plus absorbé, à masse par centimètre carré égale, dans la cellophane que dans l'aluminium.

Or, d'après son absorption dans la cellophane, ce rayonnement, s'il était de nature électromagnétique, correspondrait à une énergie d'émission supérieure au niveau K de l'aluminium (1550 volts) : son absorption massique devrait être plus grande dans l'aluminium que dans la cellophane (atomes constituants C, O, N, H), conformément à la loi de Bragg et Peirce. Au contraire, pour les rayonnements corpusculaires α ou H l'absorption massique est d'autant plus forte que les atomes absorbants sont plus légers. Comme il a été prouvé par N. Yamada que le polonium n'émet pas de rayons α de long parcours, il s'agit donc ici de rayons H.

L'étude des courbes d'absorption dans l'aluminium et dans la cellophane

---

(1) Séance du 23 décembre 1929.

(2) Russell et Chadwick, *Phil. Mag.*, 27, 1914, p. 112.

nous a montré que le rayonnement émis par la source sur nickel se comporte comme un rayonnement H de parcours maximum environ 16^{cm} dans l'air. Pour la source sur argent, il existe un rayonnement analogue mais il est superposé à un rayonnement X.

Nous avons poursuivi les expériences avec un dispositif permettant d'arrêter les rayons α dans un gaz autre que l'air, et avec des sources préparées sur des métaux dégazés, et conservés dans le vide sur l'anhydride phosphorique.

Dispositif expérimental. — On emploie un électroscope fermé par une feuille d'acétate de cellulose, très mince (0,58 mg/cm^2), substance plus transparente aux rayons γ que l'aluminium. La source est placée à 4^{cm} de cette feuille et son rayonnement est légèrement canalisé par un diaphragme de 15^{mm} de diamètre placé à 3^{cm} de la source; celui-ci est fermé par une feuille d'acétate de cellulose très mince (0,47 mg/cm^2) et forme le couvercle d'un petit récipient étanche au fond duquel se trouve la source et que l'on peut remplir d'un gaz convenable à la pression atmosphérique. La profondeur de la chambre d'ionisation est de 10^{cm}. Les écrans absorbants sont placés contre l'électroscope. Un champ magnétique dévie le résidu de rayonnement β du Ra E.

On place la source dans l'appareil, rempli d'air sec; on mesure le courant d'ionisation correspondant I et l'on fait passer un faible courant de CO^2 dans le récipient étanche; le courant diminue rapidement, puis se fixe à une valeur i beaucoup plus basse que la valeur initiale I, quand le gaz carbonique a complètement remplacé l'air; cette diminution atteint près de 80 pour 100 dans le cas de la source sur nickel. On construit la courbe d'absorption du courant résiduel dans l'aluminium et dans la cellophane pour distinguer entre les rayons corpusculaires et les radiations électromagnétiques. Les résultats peuvent se résumer ainsi :

1. Les préparations fortes de polonium produisent dans l'air un rayonnement H hétérogène (parcours maximum 16^{cm} d'air environ). Ces rayons H résultent probablement de la transmutation de l'azote. Le courant d'ionisation qu'ils produisent est de l'ordre de 0,0008 U. E. S. dans les conditions expérimentales considérées pour une source qui correspond à une ionisation totale de 10000 U. E. S.

2. Les sources sur Ni et Ag émettent, d'autre part, en quantité beaucoup plus faible (quatre ou cinq fois moins) un rayonnement H de parcours environ $14^{cm},5$, provenant peut-être de gaz occlus.

3. Les sources sur Ag émettent un rayonnement électromagnétique qui

produit dans notre appareil une ionisation comparable à celle du rayonnement H de l'air. Son coefficient d'absorption massique dans l'aluminium est $\mu/\rho = 730$; on peut calculer que sa longueur d'onde est d'environ 3,9 Å, ce qui correspond très bien aux radiations caractéristiques L de l'argent.

4. Nous n'avons pas observé de rayonnement γ primaire attribuable au polonium (1).

C'est le rayonnement H de transmutation de l'azote qui a dû être pris pour un rayonnement γ du polonium dans les expériences de Russell et Chadwick, ce qui s'explique aisément puisque à cette époque même les rayons H naturels n'étaient pas connus. C'est ainsi que les rayons H de transmutation de l'azote ont été observés pour la première fois, mais leur nature n'a pas été reconnue.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Équilibre à l'état fondu entre le potassium, le sodium et leurs iodures.* Note (2) de M. **E. Rinck**, présentée par M. H. Le Chatelier.

La réaction d'équilibre à l'état fondu

$$Na + KJ \rightleftharpoons K + NaJ$$

a pu être étudiée de la même façon que les réactions

$$Na + KCl \rightleftharpoons K + NaCl \quad (3),$$
$$Na + KOH \rightleftharpoons K + NaOH \quad (4),$$
$$Na + KBr \rightleftharpoons K + NaBr \quad (5).$$

J'ai donc chauffé en tube d'acier scellé un mélange, soit de sodium et d'iodure de potassium, soit de potassium et d'iodure de sodium.

Comme dans le cas des bromures, le système fut étudiée à 800°C, température bien supérieure aux points de fusion de l'iodure de potassium 680°C. et de l'iodure de sodium 664°C. Les deux phases : alliage potassium-

(1) En se servant d'un compteur à pointe, Bothe et Frantz mettent en doute l'existence du rayonnement de coefficient d'absorption $\mu/\rho = 215$ (*Z. f. Phys.*, **49**, 1928, p. 1).

(2) Séance du 23 décembre 1929.

(3) Hackspill et Rinck, *Comptes rendus*, **185**, 1927, p. 463.

(4) Rinck, *Bull. Soc. Chim.*, 4e série, **43**, 1928, p. 812.

(5) Rinck, *Comptes rendus*, **188**, 1929, p. 1108.

sodium et sels, iodures de potassium et de sodium sont toujours bien séparés. Néanmoins l'analyse de la phase saline est assez difficile par suite de la solubilité notable des iodures alcalins dans l'alcool, phénomène qui rend imparfaite la séparation analytique des iodures des métaux alcalins dissous en grande quantité dans la phase saline.

Voici les résultats obtenus :

État initial. — Poids en grammes des substances mises en présence.				État final (équilibre à 800° C.). — Poids pour 100 de substances dans chaque phase.				
Na.	K.	NaI.	KI.	K.	Na.	KI.	NaI.	Constante c.
	3	20		4,92	95,08	58,9	41,1	42,5
10			5	5,18	94,82	68,1	31,9	60,0
10			10	6,62	93,38	73,1	26,9	58,9
	3	15		6,65	93,35	71,05	28,95	52,9
	3,5	15		8,80	91,2	74,0	26,0	45,2
5			10	9,20	90,8	81,1	18,9	64,9
6			20	10,45	89,55	85,2	14,8	75,7
3			20	17,95	82,05	87,85	12,15	50,7
3			40	23,2	76,8	93,0	7,0	67,5
	3	10		25,2	74,8	92,8	7,2	58,8
	3	10		25,5	74,5	93,95	6,05	69,7
	3,5	10		41,0	59,0	95,05	4,95	42,3
	4	10		46,0	54,0	96,42	3,58	49,5
	4	10		46,9	53,1	96,39	3,61	46,5
	5	10		61,1	38,9	98,35	1,65	58,3
	6	10		70,2	29,8	98,77	1,23	52,2
	10	10		87,2	12,8	99,65	0,35	64,3
	15	10		91,62	8,38	99,8	0,20	68,6
	20	10		93,0	7,0	99,72	0,28	41,2

On constate donc que la loi d'action de masse : $\frac{(\mathrm{Na})(\mathrm{KJ})}{(\mathrm{K})(\mathrm{NaJ})} = c$ est assez bien vérifiée et que c est une constante de valeur moyenne égale à 56.

Une remarque intéressante s'impose :

En comparant les constantes c_{Cl}, c_{Br}, c_{J} des systèmes halogénures alcalins, métaux alcalins étudiés, on constate que leurs rapports sont très voisins du rapport des poids atomiques des anions correspondants. Ainsi on a

(à 800° C.)

$$\frac{c_{Cl}}{c_{Br}} = \frac{14}{29} = 0,48, \qquad \frac{Cl}{Br} = 0,445,$$

$$\frac{c_{Cl}}{c_{J}} = \frac{14}{56} = 0,25, \qquad \frac{Cl}{J} = 0,28.$$

Les écarts sont inférieurs aux erreurs commises lors de la détermination des constantes c.

COLLOIDES. — *Polarisation diélectrique et structure des colloïdes hydrophiles* Note [1] de M. **Néda Marinesco**, présentée par M. Jean Perrin.

Il est possible, en prenant comme point de départ la théorie de P. Debye sur la polarisation diélectrique des solutions, de déterminer les grandeurs micellaires et d'expliquer un certain nombre de particularités que j'ai observées auparavant [2] sur le pouvoir inducteur des colloïdes.

I. *Poids et volume moléculaire.* — La dispersion anomale du pouvoir inducteur d'une solution colloïdale dont les micelles ont des moments permanents, permet la détermination du volume moléculaire, car la période de relaxation d'une telle micelle est donnée par

$$(1) \qquad \tau = \frac{4\pi\eta_0\rho^3}{KT} = \frac{\lambda_0}{\bar{c}},$$

η_0 étant la viscosité du solvant, $\bar{c}$ la vitesse de la lumière, λ_0 la longueur d'onde correspondant au *commencement de l'abaissement de la constante diélectrique statique de la solution* vers la région de dispersion anomale, et qui est déterminée par le circuit de mesure. Le volume moléculaire en solution est

$$(2) \qquad V_E = Mv = \frac{4}{3}\pi\rho^3 N = \frac{1}{3}\frac{\lambda_0}{\bar{c}}\frac{RT}{\eta_0},$$

R étant la constante des gaz et M le poids moléculaire [3]. Un gramme de

(1) Séance du 23 décembre 1929.

(2) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1163; *Journ. Chimie physique*, 25, 1928, p. 659.

(3) Qu'on peut déterminer si l'on mesure le volume v en solution très diluée d'après la viscosité $\eta = \eta_0(1 + 2,5\varphi)$ suivant Einstein.

substance solide fixe diélectriquement le volume d'eau

$$\omega = \frac{V_E - V_s}{M}, \tag{3}$$

V_s étant le volume de la molécule-gramme solide.

II. *Moment électrique*. — Connaissant le volume ω on peut calculer la polarité de la solution

$$\Pi_{1,2,3} = \frac{\Sigma - 1}{\Sigma + 2}[M_1(C_1 + C_2) + M_3 C_3]\frac{1}{d} = \Pi_1 C_1 + \Pi_2 C_2 + \Pi_3 C_3. \tag{4}$$

où Σ et d sont la constante diélectrique et la densité de la solution;
M_1 et M_3 les poids moléculaires, du solvant et du corps dissous;
C_1, C_2, C_3 les fractions moléculaires de l'eau libre, de l'eau fixe et du corps dissous;
Π_1, Π_2, Π_3, les polarisations moléculaires de l'eau libre ($\varepsilon = 80$); de l'eau diélectriquement saturée par le colloïde ($\varepsilon = 2,2$); de la substance dissoute.

a. Si la substance dissoute n'a pas de moments permanents on ne peut pas appliquer la relation (3), car il n'y a pas de dispersion anomale, mais on remarquera que dans ce cas

$$\Pi_3 = \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2}\cdot\frac{M}{d} = \frac{4}{3}\pi N \alpha = \Pi_e + \Pi_a = \text{polarité optique} = \text{constante}. \tag{5}$$

Or $n^2 = \varepsilon_s$, ε_s étant la constante diélectrique de la substance solide et n l'indice de réfraction dans l'infrarouge lointain. D'autre part, on a

$$C_1 = \frac{x}{x + y + m}; \qquad C_2 = \frac{y}{x + y + m}; \qquad C_3 = \frac{m}{x + y + m},$$

x, y, m, étant respectivement le nombre des molécules d'eau libre, d'eau fixe et de corps dissous, donc

$$C_1 + C_2 = \frac{p}{p + m}, \tag{6}$$

p étant le nombre total de molécules d'eau dans la solution. (4), (5) et (6) donnent C_1 et C_2, l'eau libre et l'eau fixée par m molécules de corps dissous.

b. Si la substance dissoute a des dipôles permanents, C_1 et C_2 sont donnés par (2) et (3) de la dispersion anomale, donc dans ce cas

$$\Pi_3 = \frac{\Pi_{1,2,3} - (\Pi_1 C_1 + \Pi_2 C_2)}{C_3} = \frac{4}{3}\pi N\left(\alpha + \frac{1}{3}\frac{\mu^2}{KT}\right) = \Pi_e + \Pi_a + \Pi_\mu. \tag{7}$$

La polarité optique $\Pi_e + \Pi_a$ (électronique et atomique) est donnée

comme plus haut (5), en mesurant ε_s à l'état solide où la polarité permanente disparaît. On a donc

$$\Pi_p = \Pi_3 - (\Pi_e + \Pi_a) = \frac{4}{9}\pi N \frac{\mu^2}{KT}, \quad (8)$$

ce qui donne pour 20° le moment électrique $\mu = \sqrt{\frac{\Pi_p}{32}} \cdot 10^{-18}$.

III. En utilisant trois oscillateurs entretenus par des lampes couvrant les longueurs d'onde depuis $1^m,80$ à 150^m, j'ai trouvé qu'une hémoglobine cristallisée, corps non polarisé à l'état permanent, fixe 15^g d'eau par gramme de substance solide. La gélatine et l'ovalbumine [+ 1^{mol}. $SO^4(NH_4)^2$] présentent des moments élevés ([1]) et qui augmentent encore quand la réaction du milieu s'écarte du point isoélectrique du colloïde dans un sens ou dans l'autre. On trouve pour la gélatine [$M = 10000$ ([2]), $\varepsilon_s = 5,6$]:

Ph = 3,5 $\mu = 39,4.10^{-18}$; Ph = 4,76, $\mu = 24,0.10^{-18}$; Ph = 6,3, $\mu = 28,5.10^{-18}$.

Pour l'ovalbumine [$M = 33000$ ([3]), $\varepsilon_s = 16,3$], on a :

Ph = 3,2, $\mu = 42,6.10^{-18}$; Ph = 5,0, $\mu = 27,6.10^{-18}$; Ph = 10,3, $\mu = 48,9.10^{-18}$.

Le coefficient hydrophile (nombre de grammes d'eau fixé par gramme de colloïde sec) est pour la gélatine 8 à 10, et pour l'ovalbumine 11 à 13 avec minimum au point isoélectrique. On voit que les protéines sont fortement hydratées. Elles peuvent être données comme types des colloïdes hydrophiles définis par M. Jean Perrin.

CHIMIE MINÉRALE. — *Nouveau procédé de fabrication de l'alumine par voie humide.* Note ([4]) de M. **J. Séailles**, présentée par M. Henri Le Chatelier.

La production de l'alumine en attaquant les bauxites par la chaux a été essayée et réalisée, par cuisson au four, de mélanges donnant des clinkers d'aluminate de chaux de formule Al^2O^3CaO.

Les frais de cuisson à haute température et de broyage d'un clinker extrêmement dur n'ont pas permis à ce procédé de devenir industriel.

([1]) Marinesco, *loc. cit.* — Mlles Garreau et Marinesco, *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 331.

([2]) Ed. J. Cohn, *Journ. of Biolog. Chem.*, 63, 1925, p. 721-766.

([3]) Sörensen, *Zts. f. Phys. Chem.*, 56 1919, p. 111. — Svedberg, *Zts. f. Phys. Chem.*, 121, 1926, p. 76.

([4]) Séance du 23 décembre 1929.

Des études sur les réactions de l'alumine et de la chaux, non plus par voie ignée mais par voie humide, m'ont amené à envisager le procédé qui fait l'objet de la présente Note.

Tout d'abord j'ai constaté que, à l'ébullition et même à froid, la chaux réagit déjà faiblement sur l'alumine des bauxites. Ce premier point acquis, j'ai constaté que, pour un dosage correspondant à $Al^2O^3.4CaO$, une cuisson de courte durée à l'autoclave (sous une pression de 4 à 8^{kg} pendant une durée allant de 1 heure et demie à 8 heures) suivie d'une attaque au carbonate de soude, puis (après filtrage de l'aluminate de soude obtenu) d'une précipitation par l'acide carbonique, permet d'obtenir la récupération de l'alumine des bauxites avec des rendements supérieurs à 90 pour 100.

L'alumine obtenue dans ces conditions est complètement dépourvue de fer et contient une quantité de silice variant suivant les conditions de l'expérience et la qualité de la bauxite utilisée de 0,45 pour 100 à 3 pour 100 alors que le rapport alumine-silice dans les bauxites traitées varie de 3,87 pour 100 SiO^2 pour 96,13 Al^2O^3 à 9,88 SiO^2 pour 90,12 Al^2O^3; il y a donc élimination d'une partie de la silice.

Une série d'essais portant sur des charges de l'ordre de 200^{kg} ont alors été entrepris pour établir que le procédé était bien transposable du laboratoire à l'échelle industrielle.

Ces essais ont montré que les rendements industriels restent de l'ordre de ceux obtenus en laboratoire.

Au début de mes travaux j'avais supposé, conformément aux données les plus généralement admises, que les aluminates de chaux hydratés sont : l'aluminate tétracalcique : $Al^2O^3.4CaO.12H^2O$ et l'aluminate bicalcique : $Al^2O^3.2CaO.7H^2O$, l'aluminate tétracalcique donnant d'ailleurs par simple lavage l'aluminate bicalcique par élimination de chaux (cf. LAFUMA, *Thèse*, 1925).

Comme les expériences montraient que pour le dosage $Al^2O^3.4CaO$ les rendements étaient insuffisants, j'avais adopté la formule $Al^2O^3.2CaO$ et le dosage correspondant.

J'ai constaté, depuis, que le lavage des aluminates tétracalciques, supposés produits par les cuissons à l'autoclave, donnait par décomposition un produit paraissant correspondre à un hydrate tricalcique

$$Al^2O^3.3CaO.6H^2O$$

au lieu de l'aluminate bicalcique et j'ai trouvé que c'est bien le composé

$$Al^2O^3.3CaO$$

qui se forme à l'autoclave et qui se produit avec un rendement satisfaisant à la condition de faciliter la réaction en opérant en présence d'une solution faible de NaCl ou de $CaCl_2$.

Ces résultats sont d'ailleurs conformes aux travaux récents de M. Lansing S. Wells (cf. *Journal of Research Bureau of Standards*, décembre 1928) et de MM. Travers et Sehnoutka (cf. *Comptes rendus*, 1928, p. 381 et 1929, p. 1677).

L'alumine obtenue précipite facilement et ne contient pas de fer, elle renferme encore un peu de silice mais les recherches que je poursuis et les résultats déjà obtenus me permettent de prévoir qu'il est possible d'arriver directement et sans épuration préalable, à obtenir une alumine suffisamment pure.

En effet les conditions thermochimiques de formation de l'aluminate de chaux et du silicate de chaux sont très différentes. La formation de l'aluminate de chaux se produit avec dégagement ou absorption d'une calorie tandis que celle du silicate de chaux nécessite un apport de $28^{cal},8$ (cf. Le Chatelier, *La silice et les silicates*, p. 56). Il en résulte que, au moment de l'attaque au carbonate on peut avoir une action très faible sur le silicate de chaux formé et en évitant la présence de soude libre on réduit considérablement la quantité de silice entraînée.

Dans ces conditions, j'ai pu obtenir des alumines privées de fer, tenant moins de 0,15 pour 100 de SiO^2. D'ailleurs la faible teneur en silice de l'alumine est sans intérêt toutes les fois que l'aluminium est destiné à des alliages au silicium dont l'emploi se développe de plus en plus (Alpax, Almasilium, Almelec, etc).

Le sous-produit des opérations consiste en un gâteau essentiellement composé de carbonate de chaux précipité (fortement chargé d'oxyde ferrique) dont l'état physique est éminemment favorable à la préparation, par addition des éléments nécessaires, d'une pâte pour ciment Portland.

Comparée au procédé Bayer qui est le plus généralement utilisé, mon procédé présente les caractéristiques suivantes :

D'abord il donne un produit sans fer alors que l'alumine du Bayer en contient toujours un peu ; or le fer est une impureté particulièrement dangereuse au point de vue de la résistance de l'aluminium aux actions destructives.

D'autre part, la silice se fixe à l'état de silicate de chaux alors que dans le Bayer elle se fixe à l'état de silico-aluminate de soude avec une perte d'alumine et de soude extrêmement onéreuse pour les bauxites fortement chargées de silice.

Enfin, le fait de partir d'un aluminate de chaux peu soluble et de procéder par carbonatation évite les dilutions et les concentrations coûteuses des liqueurs qui sont la caractéristique inévitable de l'hydrolyse et qui nécessitent des installations et un matériel très importants.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation et les propriétés des borures de tantale et de colombium.* Note (¹) de M. **L. Andrieux**, présentée par M. G. Urbain.

Les borures de tantale et de colombium n'ayant pas encore été décrits, j'ai cherché à les obtenir par la méthode que j'ai fait connaître dans des publications antérieures (²), c'est-à-dire en électrolysant, dans des bains formés de mélanges de borates et de fluorures à l'état fondu, l'oxyde tantalique ou l'oxyde colombique.

Le tableau suivant résume les expériences les plus caractéristiques :

Numéros des essais.	Composition des bains. (mol.-gr.).	Température moyenne. °C	Tension moyenne. v	Intensité moyenne. a	Durée. h	Poids de borure de Ta ou de Cb. g
1.......	$\frac{1}{10}Ta^2O^5 + 2B^2O^3 + MgO + MgF^2$	990	7,8	20	2	10,10
2.......	$\frac{1}{10}Ta^2O^5 + 2B^2O^3 + CaO + CaF^2$	990	4,5	25	2	8,25
3.......	$\frac{1}{10}Ta^2O^5 + 2B^2O^3 + Li^2O + LiF$	980	4,0	24	2	13,22
4.......	$\frac{1}{10}Ta^2O^5 + 2B^2O^3.Na^2O + NaF$	980	3,3	23	2	7,51
5.......	$\frac{1}{10}Cb^2O^5 + 2B^2O^3 + MgO + MgF^2$	1000	7,5	21	2	7,34
6.......	$\frac{1}{10}Cb^2O^5 + 2B^2O^3 + CaO + CaF^2$	990	4,7	24	2	3,75
7.......	$\frac{1}{10}Cb^2O^5 + 2B^2O^3 + Li^2O + LiF$	980	4,2	25	2	9,33
8.......	$\frac{1}{10}Cb^2O^5 + 2B^2O^3.Na^2O + NaF$	980	3,3	24	2	6,41

En traitant, après chacune de ces expériences, les fragments du creuset et de son contenu par l'acide chlorhydrique, j'ai séparé une abondante poudre brune. Dans les essais nos 1, 3 et 4, cette poudre est formée d'un mélange de bore amorphe et de borure de tantale ; dans les essais analogues nos 5, 7 et 8, elle est formée d'un mélange de bore amorphe et de borure de colombium. Dans les essais nos 2 et 6, elle est constituée par du borure de calcium mélangé, soit à du borure de tantale, soit à du borure de colombium.

En attaquant le bore amorphe et le borure de calcium par l'acide azo-

(¹) Séance du 23 décembre 1929.

(²) *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 91.

tique étendu, j'ai isolé finalement de petits cristaux de borure de tantale ou de borure de colombium.

Ces cristaux ont été analysés de la façon suivante :

L'échantillon ($0^g,200$) est attaqué par le bisulfate de potassium fondu additionné de quelques gouttes d'acide sulfurique. Après refroidissement, la masse est reprise par l'eau bouillante; l'acide tantalique, ou l'acide colombique, insoluble, est lavé plusieurs fois par décantation à l'eau bouillante, puis recueilli sur filtre, lavé de nouveau à l'eau légèrement ammoniacale, desséché, calciné et pesé à l'état de Ta^2O^5 ou de Cb^2O^5.

Le dosage du bore se fait sur un autre échantillon que l'on attaque, dans un creuset d'argent, par la potasse fondue. La masse refroidie est reprise par l'eau bouillante. La solution est neutralisée, puis acidulée légèrement par l'acide chlorhydrique en présence d'hélianthine; on la place dans un erlenmeyer muni d'un bon réfrigérant à reflux, puis on la fait bouillir pour chasser CO^2 et précipiter l'acide tantalique ou colombique. Après filtration, la solution est neutralisée par la baryte en présence d'hélianthine; puis l'acide borique est dosé, après addition de mannite, par une solution titrée de soude bien décarbonatée.

Voici les résultats de ces analyses :

	Numéros des essais.				Calculé pour :
	1.	2.	3.	4.	TaB^2.
Tantale	89,4	89,4	89,2	89,1	89,35
Bore	10,4	10,3	10,6	10,7	10,65
					CbB^2.
Colombium	81,7	80,9	81,2	80,9	81,20
Bore	18,2	18,6	18,4	18,8	18,80

Les borures de tantale et de colombium se présentent sous forme de petits cristaux gris, très durs, rayant facilement le quartz et la topaze. Le borure de tantale a pour densité : 11,0; celui de colombium : 6,4, à 15°.

Comme le tantale et le colombium métalliques, ils résistent à l'attaque des acides : ils sont inattaqués par l'acide chlorhydrique, l'acide azotique et l'eau régale; cependant, l'acide sulfurique et l'acide fluorhydrique les attaquent lentement à chaud.

Par contre, ils s'oxydent à l'air lorsqu'on les chauffe au rouge, et ils sont rapidement décomposés par les hydrates, les carbonates, les bisulfates et les peroxydes alcalins fondus; avec les nitrates alcalins, l'attaque est moins énergique.

En résumé, lorsqu'on électrolyse l'oxyde tantalique ou l'oxyde colom-

bique dans des bains formés de mélanges de borates et fluorures alcalins ou alcalino-terreux à l'état fondu, on obtient les borures TaB^2 ou CbB^2, dont les formules sont analogues, d'une part à celle du borure VB^2, d'autre part à celles des siliciures $TaSi^2$ et VSi^2.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage du fluor à l'état de fluorure de calcium.* Note [1] de MM. **E. Carrière** et **Rouanet**.

Le fluor des fluorures alcalins peut être dosé sous forme de fluorure de calcium (Berzélius, Rose, Treadwell, *Analyse quantitative*, édition française, 1912, p. 437; Henri Lasne, *Bull. Soc. chim.*, 2e série, 50, p. 116; Jaunash, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, 1, p. 363).

A l'exemple de Berzélius et Rose, les auteurs qui ont dosé le fluor sous forme de fluorure de calcium ont précipité, en même temps que le fluorure de calcium, du carbonate de calcium, pour rendre la filtration plus facile. Le carbonate de calcium est ensuite décomposé par calcination et la chaux éliminée par lavage à l'acide acétique étendu. Le précipité de fluorure de calcium est séché puis calciné.

Dosage pondéral direct du fluor sous forme de fluorure de calcium. — Ce dosage peut être simplifié en se basant sur les observations suivantes de M. Aumeras : le fluorure de calcium précipité, en masse gélatineuse, infiltrable en milieu acide, et sous une forme plus compacte et filtrable en milieu alcalin, notamment en présence de soude et d'ammoniaque.

La méthode a été étudiée en employant du fluorure de sodium et du fluorure de potassium, préalablement purifiés par recristallisation dans une solution un peu alcaline de soude ou de potasse, ces deux fluorures contenaient encore des traces de fluorhydrate de fluorure.

Il convient de n'utiliser pour la précipitation du fluorure qu'un petit excès de chlorure de calcium, pour réduire le nombre de lavages.

Dans une capsule de platine, $0^g,3$ de fluorure de sodium ou $0^g,4$ de fluorure de potassium sont dissous dans 25^{cm^3} d'eau distillée. On ajoute 5^{cm^3} d'ammoniaque et 10^{cm^3} d'une solution de chlorure de calcium $\left[\frac{1}{2}\,CaCl^2\,\frac{\text{mol-gr}}{\text{litre}}\right]$. On porte à l'ébullition, on laisse le précipité se rassembler pendant 2 ou 3 minutes. On décante sur un filtre sans cendres le liquide surnageant.

(1) Séance du 23 décembre 1929.

On lave deux fois de suite le précipité dans la capsule de platine avec 15^{cm^3} d'eau distillée, additionnée de 1^{cm^3} d'ammoniaque et l'on chauffe, chaque fois, à l'ébullition le liquide de lavage. On fait passer finalement le précipité sur le filtre. Les lavages sont poursuivis, jusqu'à ce que quelques gouttes du filtrat ne donnent aucun louche avec du nitrate d'argent. Le précipité de fluorure de calcium est séché, calciné et pesé.

La moyenne de cinq déterminations du pour 100 de fluor dans le fluorure de sodium a été de 45,2; le pour 100 théorique étant 45,3. La moyenne de quatre déterminations du pour 100 de fluor dans le fluorure de potassium a été de 32,7; le pour 100 théorique étant 32,8.

Dosage volumétrique du fluor. — Le fluor peut être dosé volumétriquement, en déterminant volumétriquement la quantité de calcium qui se trouve en excès après précipitation du fluor sous forme de fluorure de calcium.

Le liquide filtré et les liquides de lavage des dosages pondéraux précédents sont rassemblés. On précipite le calcium sous forme d'oxalate de calcium pour 8^{cm^3} d'acide oxalique normal $\left(\frac{1}{4}\ \frac{C^2O^4H^2\ \text{mol-g}}{\text{litre}}\right)$, en rendant la liqueur légèrement ammoniacale et en portant à l'ébullition. L'oxalate de calcium, séparé par filtration et lavé, est ensuite dosé en liqueur sulfurique par du permanganate de potassium $\left(\frac{KMnO^4}{50}\ \frac{\text{mol-g}}{\text{litre}}\right)$.

La moyenne de quatre déterminations de fluor dans le florure de sodium a été de 45,2; la teneur théorique étant de 45,3.

La moyenne de trois déterminations dans le fluorure de potassium a été de 32,9 au lieu de 32,8.

Une méthode analogue a été indiquée par Starle et Thorin (*Bull. Soc. chim.*, 4e série, 2, p. 1177), mais ces auteurs emploient une quantité déterminée d'acide oxalique qui donne de l'oxalate de calcium en vue de faciliter la filtration du fluorure de calcium.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la précipitation des sucres et des polyols à l'état de complexe cupro-barytique.* Note (1) de MM. **P. Fleury** et **P. Ambert**, présentée par M. A. Desgrez.

Si l'on ajoute à une solution de glucose du sulfate de cuivre et de la soude, on peut obtenir, dans des conditions déterminées, un précipité qui contient la presque totalité du glucose (Salkowski, 1879).

(1) Séance du 23 décembre 1929.

Nous avons étudié systématiquement cette réaction.

Technique. — Toutes nos expériences ont été conduites en ajoutant, en quelques minutes, à la solution sucrée convenablement refroidie et agitée, alternativement des petites portions de la solution de sulfate de cuivre et de la solution alcaline. Après une heure d'agitation on filtrait et, du sucre dosé dans le filtrat, on déduisait la quantité de sucre fixé sur le précipité.

Résultats. — 1° *Influence de la nature et de la concentration de l'alcali.* Les solutions utilisées étaient les suivantes :

	Avec la soude.	Avec la baryte.
Glucose à 10 pour 100....................	1^{cm^3} (1)	3^{cm^3}
Sulfate de cuivre à 20 pour 100..........	$4^{cm^3},9$	$4^{cm^3},9$
Solution normale de soude..............	variable	o
Solution N/3,6 de baryte...............	o	variable
Eau distillée q. s. p. f.................	100^{cm^3}	100^{cm^3}

Nos résultats sont traduits graphiquement ci-dessous.

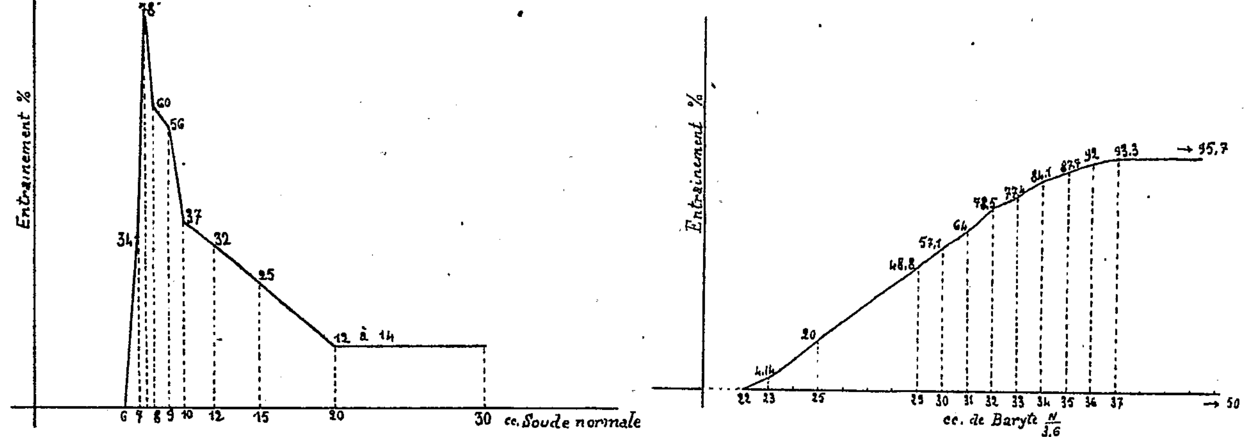


Fig. 1. — Entraînement du glucose en fonction de la soude. Fig. 2. — Entraînement du glucose en fonction de la baryte.

On voit que, dans le cas de la soude, la quantité de glucose fixé atteint très brusquement un maximum pour décroître ensuite rapidement. Au contraire, avec la baryte, le glucose précipité croît régulièrement et tend vers un maximum lorsque cet alcali est en très grand excès. De plus, l'entraînement maximum est seulement de 78 pour 100 avec la soude, tandis qu'il atteint 96 pour 100 avec la baryte.

(1) Nous avons été obligés de réduire le volume de la solution glucosée de 3^{cm^3} à 1^{cm^3}. Avec 3^{cm^3} il ne se forme plus de précipité.

Mais, en outre, nous avons observé qu'une partie de la baryte se fixe sur le précipité (en plus naturellement de la quantité fixée par l'ion SO^4 du sulfate de cuivre). En se plaçant dans les conditions de l'expérience décrite plus haut, cette fixation est pratiquement proportionnelle à la quantité de sucre entraîné, mais lorsque, grâce à une addition convenable de baryte, l'entraînement du sucre a atteint son maximum, une nouvelle addition de baryte provoque encore une augmentation de l'alcali fixé.

2° *Influence de la concentration en glucose.* — Dans un volume total de 100^{cm^3}, nos trois séries d'expériences contiennent toutes 84^{cm^3} de solution de baryte N/2,8 et des quantités variables de glucose. Chaque série est caractérisée par une quantité déterminée de solution de sulfate de cuivre à 20 pour 100 : $9^{cm^3},8$ (courbe supérieure), $4^{cm^3},9$ (courbe moyenne), $2^{cm^3},45$ (courbe inférieure).

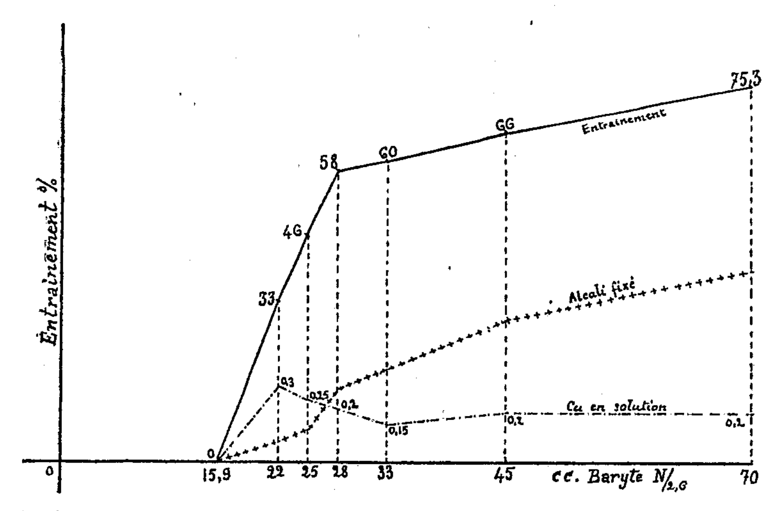


Fig. 3. — Entraînement du glucose en fonction de la concentration en glucose.

Ces courbes montrent nettement que la quantité de glucose fixée par une quantité déterminée de sulfate de cuivre ne peut dépasser un certain maximum et que ce maximum est proportionnel à la quantité de cuivre introduit. Ce maximum est de 466^{mg} de glucose pour 1^g de sulfate de cuivre, ce qui correspond à peu près à 3^{mol} de sulfate de cuivre pour 2^{mol} de glucose.

3° *Généralisation.* — Tous les autres sucres essayés (levulose, galactose, arabinose, saccharose, lactose, maltose, raffinose, stachyose) se conduisent essentiellement de même.

Dans les mêmes conditions, les polyols (mannitol, érythritol, glycérol, glycol, inositol) s'entraînent, mais, en général, moins complètement.

Conclusion. — *Au point de vue théorique*, le précipité obtenu par action du sulfate de cuivre et de la baryte sur une solution sucrée peut être considéré, lorsqu'il a fixé la quantité maximum de sucre, comme un complexe contenant, dans un rapport constant, de l'hydroxyde de cuivre et du sucre, complexe dont la stabilité est assurée grâce à la fixation d'une certaine quantité de baryte en équilibre avec la base en solution dans les eaux mères.

Au point de vue pratique, on peut réaliser un entraînement maximum et, pour les sucres, pratiquement total, quand, en suivant le mode opératoire que nous avons fixé, on ajoute à la solution sucrée, un grand excès d'eau de baryte et une quantité convenable de sulfate de cuivre, assez largement au-dessus d'un minimum qui dépend à la fois de la quantité du sucre et de sa nature (soit, pour le glucose, un minimum de $2^g,15$ pour 1^g de ce sucre). De ce précipité il est facile, à l'aide de réactifs convenables, de régénérer le sucre et de l'obtenir en solution pratiquement pure.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Constitution du dioxypyramidon.* Note [1] de MM. **Raymond Charonnat** et **Raymond Delaby**, présentée par M. Béhal.

Nous avons montré [2] que l'action du perhydrol sur le pyramidon $C^{13}H^{17}ON^3$ conduit principalement au composé $C^{13}H^{17}O^3N^3$, que nous avons nommé dioxypyramidon pour la commodité de l'exposition, mais qui ne présente aucune des propriétés des aminoxydes.

Les aminoxydes se décomposent plus ou moins facilement en perdant leur oxygène lié à l'azote : le dioxypyramidon distille sans décomposition de 194 à 201° sous 2^{mm}. Sous l'influence des réducteurs, les aminoxydes régénèrent facilement les amines originelles : le dioxypyramidon ne s'est pas laissé réduire en pyramidon sous l'action d'une dizaine d'agents réducteurs employés couramment en technique organique.

L'anhydride acétique transforme finalement les aminoxydes en bases *nor* : il laisse inchangé le dioxypyramidon après 12 heures d'ébullition à reflux.

En outre le caractère non saturé de l'antipyrine et du pyramidon n'existe plus dans le dioxypyramidon.

L'antipyrine fixe une molécule d'iode et perd alors une molécule d'acide iodhy-

(1) Séance du 23 décembre 1929.

(2) *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 850.

drique en se transformant en iodoantipyrine (Bougault). Le pyramidon fixe également de l'iode par une réaction assez compliquée qui ne paraît pas avoir été étudiée. Le dioxypyramidon ne fixe pas une trace d'iode.

Le dioxypyramidon, chauffé à 100° avec de la lessive de soude concentrée se décompose en diméthylamine, α-méthyl-β-phénylhydrazine, acétate et oxalate de sodium; dans les mêmes conditions, l'antipyrine et le pyramidon ne sont pas altérés, l'antipyrine ne libère la méthylphénylhydrazine que par chauffage prolongé à 130°.

Si l'on procède à la décomposition par la soude de façon ménagée, deux produits de dédoublement apparaissent seuls et avec un rendement presque quantitatif; ce sont : l'αα'-acétylméthyl-β-phénylhydrazide et le diméthyloxamate de sodium. Cette réaction montre que les deux fragments obtenus proviennent d'une amide ayant la constitution (II) et possédant trois groupements fonctionnels amide.

$$\begin{array}{l} CH^3 - C = C - N(CH^3)^2 \\ CH^3 - N \quad\quad CO \\ \quad\quad N - C^6H^5 \end{array}$$

Pyramidon (I).

$$\begin{array}{l} CH^3 - CO \quad\quad CO - N(CH^3)^2 \\ CH^3 - N \quad\quad CO \\ \quad\quad N - C^6H^5 \end{array}$$

Dioxypyramidon (II).

La liaison $— N[C^6H^5] — CO —$ est seule sensible à l'hydrolyse ménagée, qui peut être représentée par le schéma (III), et les deux autres liaisons amidées ne sont rompues que par une hydrolyse prolongée (IV) :

$$\begin{array}{l} CH^3 - CO \quad\quad CO - N(CH^3)^2 \\ CH^3 - N \quad\quad CO \\ \quad\quad\quad\quad ONa \\ \quad\quad N \; H \\ \quad\quad C^6H^5 \end{array}$$

Hydrolyse ménagée. (III).

$$\begin{array}{l} CH^3 - CO \quad ONa \quad CO - N(CH^3)^2 \\ \quad\quad\quad\quad\quad NaO - H \\ \quad\quad\quad H \\ CH^3 - N \quad\quad CO \\ \quad\quad\quad\quad ONa \\ \quad\quad N \; H \\ \quad\quad C^6H^5 \end{array}$$

Hydrolyse totale. (IV).

Pour nous rendre compte si le dioxypyramidon est correctement représenté par la constitution (II), ou si la triamide prend naissance sous l'action de l'alcali, nous avons réalisé l'hydrolyse en présence d'acide sulfurique : la décomposition totale est identique. Le dioxypyramidon, fusible à 105°,5, est donc bien la triamide suivante : *αα-méthylacétyl-ββ-phényldiméthyloxamylhydrazide;* au reste, nous en avons fait la synthèse.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'alcool phényldiméthyléthylique primaire et quelques-uns de ses dérivés.* Note [1] de MM. **Georges Darzens** et **André Lévy**, présentée par M. Béhal.

On connaît actuellement un grand nombre d'homologues mono et diméthylés de l'alcool phényléthylique primaire, préparés surtout au point de vue de l'étude de leurs qualités olfactives; toutefois, l'alcool phényldiméthyléthylique de formule $C^6H^5 - C(CH^3)^2 - CH^2OH$ n'a pas encore été préparé. Sa structure, très particulière, qui présente une fonction d'alcool primaire, directement liée à un carbone tertiaire, permet de lui supposer une odeur assez différente de ses isomères. Pour cette raison, il nous a paru utile de le préparer, d'autant plus qu'il nous était nécessaire pour d'autres recherches.

Deux méthodes se présentaient pour en réaliser la synthèse : l'hydrogénation et l'aldéhyde correspondante déjà connue [2] et la réduction par l'alcool absolu et le sodium d'un ester de l'acide correspondant également connu [3]. C'est cette dernière que nous avons suivie comme étant plus facile, l'aldéhyde étant d'une préparation beaucoup trop laborieuse.

Pour préparer l'acide phényldiméthylacétique ou ses esters, nous avons pris comme point de départ le cyanure de benzyle qui a d'abord été diméthylé par la méthode de Bodroux et Taboury [4], convenablement modifiée en vue de la rendre plus accessible, ce qui donne le nitrile de l'acide cherché. Ce nitrile tertiaire étant d'une saponification très difficile, nous l'avons d'abord transformé en amide par l'action de l'acide sulfurique à 90 pour 100, puis cette amide a été directement transformée en ester isoamylique par l'action à chaud d'un mélange d'alcool isoamylique et d'acide sulfurique; enfin, l'ester isoamylique a été réduit par l'action du sodium et de l'alcool isoamylique.

Ce procédé a l'avantage de passer par l'intermédiaire d'un corps solide, l'amide, dont la pureté peut être vérifiée par le point de fusion; il peut être

---

(1) Séance du 23 décembre 1929.

(2) Tiffeneau, *Comptes rendus*, 134, 1902, p. 1507; 143, 1906, p. 650.

(3) Wallach, *Central Blatt*, 2, 1899, p. 1047.

(4) Bodroux et Taboury, *Comptes rendus*, 150, 1910, p. 531.

schématisé par les formules suivantes :

CN	CN	$CONH^2$	$CO^2C^5H^{11}$	CH^2OH
CH^2	CH^3-C-CH^3	CH^3-C-CH^3	CH^3-C-CH^3	CH^3-C-CH^3
C^6H^5 →	C^6H^5 →	C^6H^5 →	C^6H^5 →	C^6H^5

Préparation du nitrile. — Dans un ballon pourvu d'un agitateur mécanique et en relation avec un réfrigérant ascendant, on introduit benzène sec (sur Na) : 500^g, amidure de sodium en poudre fine : 90^g (2^{mol} plus 20 pour 100). Le mélange étant bien agité, on écoule lentement 117^g de cyanure de benzyle (1^{mol}) étendu de son poids de benzène. On maintient ensuite à l'ébullition et avec agitation jusqu'à cessation de tout dégagement d'ammoniac dont il ne se dégage qu'une seule molécule (durée, 2 heures environ). On verse alors avec précaution sans refroidir et en agitant une solution de 252^g de sulfate de méthyle (2^{mol}) dans son poids de benzène ; la réaction est très vive et le liquide primitivement coloré en brun se décolore.

On termine en maintenant à l'ébullition pendant 10 minutes. Après refroidissement, la masse est reprise par l'eau additionnée d'un peu d'acide acétique, lavée soigneusement, puis la benzine est distillée et le résidu rectifié au vide. On obtient ainsi 100^g de nitrile distillant à 115-116° sous 14^{mm}, soit un rendement de 70 pour 100.

Préparation de l'amide. — On mélange 145^g de nitrile (1^{mol}) avec 220^g d'acide sulfurique à 90 pour 100, on laisse en contact pendant 24 heures à froid puis on porte à 70° pendant quelques minutes. Après refroidissement, on verse dans l'eau et l'on essore l'amide solide que l'on fait cristalliser dans l'eau alcoolique à 50 pour 100. On obtient ainsi 106^g d'amide pure fondant à 160-161°.

Préparation de l'ester isoamylique. — On mélange dans un ballon 163^g d'amide (1^{mol}), 150^g d'acide sulfurique à 66° B. et 150^g d'alcool isoamylique ; on maintient ce mélange à faible ébullition vers 150°. Après lavage à l'eau et au carbonate de soude, on chasse l'excès d'alcool, puis on distille au vide, ce qui donne environ 175^g d'ester distillant à 155° sous 10^{mm} (rendement 75 pour 100).

Préparation de l'alcool. — On porte à l'ébullition un mélange de 234^g d'ester (1^{mol}) et 3600^g d'alcool isoamylique rigoureusement sec, puis on introduit peu à peu 100^g de sodium. La réaction terminée, on reprend par l'eau, lave la couche amylique jusqu'à réaction neutre, puis distille l'alcool isoamylique à la pression normale. Le résidu est ensuite rectifié au vide, ce qui donne environ 100^g d'alcool phényldiméthyléthylique brut distillant à 115°-116° sous 10^{mm}. Des eaux alcalines de lavage, on peut récupérer environ 44^g d'acide non réduit. L'alcool brut est enfin purifié par l'intermédiaire du phtalate acide selon le procédé habituel, ce qui donne environ 90^g d'alcool pur, soit un rendement de 60 pour 100 par rapport à l'ester et de 82 pour 100 par rapport à l'acide si l'on tient compte de l'acide récupéré.

L'alcool phényldiméthyléthylique primaire est un liquide incolore, légè-

rement visqueux, distillant à 116°-117° sous 11^{mm}. Sa densité à 0° est 1,013, son odeur faible est nettement différente de celle de l'alcool phényléthylique, elle se rapproche de l'odeur du phényldiméthylcarbinol et de l'alcool ββ-diméthyl-γ-phénylpropylique préparé par Haller (odeur faible de muguet, due sans doute à la présence du carbone tertiaire). La phénylurétane ne cristallise pas, mais le benzoate est bien cristallisé, et fond à 37°,5, l'ester acétique distille à 127° sous 13^{mm} et présente une odeur plus caractéristique se rapprochant de celle de l'acétate phényléthylique. Le bromure préparé par l'action de HBr à chaud distille à 103° sous 12^{mm}, enfin l'éther oxydéthylé a une odeur désagréable et distille à 72° sous 12^{mm}.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Demi-onde et quart d'onde achromatiques par superposition de plusieurs lames cristallines.* Note [1] de M. C. **Gaudefroy**, présentée par M. Wallerant.

Les lames demi-onde et quart d'onde couramment utilisées en optique ne sont demi-onde ou quart d'onde que pour une radiation monochromatique parce que, leur biréfringence n'étant pas proportionnelle à la longueur d'onde, l'ordre de leur retard ne reste pas constant. Une lame qui conserverait le même ordre pour toutes les radiations ne présenterait pas les phénomènes de coloration des lames minces entre nicols, d'où son nom de lame achromatique.

L'objet de cette Note est de montrer que le problème de l'achromatisme trouve une solution générale dans la superposition de plusieurs lames cristallines de natures différentes.

La biréfringence d'une lame est une fonction continue de la longueur d'onde telle que

$$n' - n = F(\lambda).$$

La différence, r, des retards après la superposition de deux lames convenablement orientées est donnée par la relation

$$r = (n' - n)_1 e_1 - (n' - n)_2 e_2,$$

où e_1 et e_2 mesurent les épaisseurs. Quant à l'ordre du retard résultant, $\frac{r}{\lambda}$, il a pour expression

$$\frac{r}{\lambda} = \frac{(n' - n)_1}{\lambda} e_1 - \frac{(n' - n)_2}{\lambda} e_2.$$

[1] Séance du 23 décembre 1929.

Si le système était achromatique, l'ordre resterait constant et sa dérivée nulle. C'est ce qui arrive lorsque l'ordre du retard passe par un maximum ou un minimum pour une longueur d'onde λ_j. Le système alors est achromatique pour les radiations voisines de λ_j, et seulement quasi achromatique pour l'ensemble du spectre.

Afin d'exprimer commodément la dérivée, remplaçons $(n'-n)/\lambda$ par une seule lettre J,

$$\frac{r}{\lambda} = J_1 e_1 - J_2 e_2,$$

ce qui donne, par dérivation,

$$0 = J'_1 e_1 - J'_2 e_2$$

ou bien

$$\frac{e_1}{e_2} = \frac{J'_2}{J'_1}.$$

D'autre part, si r_1 et r_2 désignent les retards pour la radiation de longueur d'onde λ_j, on peut toujours écrire

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{(n'-n)_1 e_1}{(n'-n)_2 e_2},$$

ou, ce qui revient au même,

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{J_1 e_1}{J_2 e_2},$$

et, en y remplaçant e_1/e_2 par sa valeur

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{J_1}{J_2} \cdot \frac{J'_2}{J'_1}.$$

Les rapports e_1/e_2 et r_1/r_2 caractérisent l'achromatisme.

On pourra définir en outre l'ordre K du retard en ajoutant l'équation

$$r_1 - r_2 = K\lambda.$$

Ce procédé de calcul convient aux associations d'espèces cristallines dont les propriétés optiques sont connues avec précision pour plusieurs radiations: tel est le cas du quartz et de la calcite. J'ai vérifié que leurs biréfringences respectives s'expriment assez bien par une fonction empirique de la longueur d'onde qui a la forme

$$n' - n = \frac{\lambda}{\alpha + \beta\lambda},$$

où α et β sont des constantes spécifiques. L'application des formules précédentes à un système demi-onde fournit les chiffres consignés à la fin du

tableau suivant; les valeurs de α et de β par lesquelles il commence conviennent lorsque λ est exprimé en microns.

	α.	β.	Retards.	Épaisseurs.
Quartz....	$-6,4$	120	$12,5\times 0^{\mu},55$	$0^{mm},745$
Calcite....	$-0,486$	6,63	$12 \times 0^{\mu},55$	$0^{mm},038$

La lame de calcite étant trop mince pour être taillée avec précision, on peut la remplacer par deux lames à axes croisés dont la différence d'épaisseur est celle indiquée.

L'expérience montre que ces chiffres sont corrects.

OCÉANOGRAPHIE. — *Observations faites à bord du « Pourquoi-Pas? » au pycnosondeur de La Cour et Schou (été* 1929). Note (1) de M. **P.-L. Mercanton**, transmise par J.-B. Charcot.

Les savants danois La Cour et Schou ont imaginé et décrit dès 1925 (*The pycnosonde, an Apparatus for hydrographical Soundings. Appendix to the Nautical meteorological Annual* 1925, Copenhague, G. E. C. Gad) un sondeur dônnant avec une rapidité et une maniabilité remarquables l'étagement en densité des eaux marines superficielles (de 0 à 50^{m} environ). Ils destinaient ce nouvel instrument au service des pêches côtières. L'hydrographie devait pouvoir en obtenir aussi des renseignements précieux dans deux cas spéciaux : au milieu des glaces flottantes où la fonte mélange d'eau quasi douce l'eau salée océanique et dans les fjords où, selon son sens, la marée favorise l'intrusion des eaux marines ou, au contraire, facilite l'écoulement des eaux d'apport fluvial. Nous avons pu appliquer le pycnosondeur à l'examen, forcément sommaire d'ailleurs, de ces deux objets.

Rappelons succinctement le principe et le fonctionnement de l'appareil : descendons dans la mer un tube de verre rectiligne obturé en haut et pourvu à son extrémité inférieure d'une soupape s'ouvrant vers l'intérieur, rempli initialement d'air à la pression ambiante. L'eau pénètrera dans le tube au fur et à mesure de son enfoncement et s'y élèvera au prorata de la profondeur atteinte, comme dans un sondeur Thomson. A la remontée la sou-

(1) Séance du 23 décembre 1929.

pape, se fermant aussitôt, emprisonnera une colonne d'eau représentant exactement et avec tous ses caractères la tranche de mer sondée, ceci à une échelle dépendant des dimensions du sondeur. Si l'on y a renfermé de petits flotteurs, lestés chacun à une valeur aréométrique déterminée, ils se mettront sans délai en équilibre au niveau qui a leur densité dans l'échantillon, marquant ainsi la profondeur correspondante dans la nappe sondée. Si le sondage pycnométrique se doublait d'un sondage thermométrique on connaîtrait également les salinités; malheureusement un tel sondage entraîne aujourd'hui encore des longueurs qui le rendent difficile à faire concuremment avec le pycnosondage, lequel n'exige que quelques minutes. On peut néanmoins se tirer d'affaire, pour un sondage isolé, en lisant les positions des flotteurs à la sortie de la mer puis, quand le sondeur a pris une température connue quelconque mais uniforme, ce qui déplace en général les flotteurs mais sans que les salinités changent. De cette seconde série de positions on déduira d'abord les salinités, puis de celles-ci (tables de Knudsen), par la première série de lectures, on reviendra aux températures régnant à l'instant du sondage aux divers niveaux. Le procédé est un pis-aller mais susceptible de donner néanmoins des renseignements précieux. Nous l'avons employé partout où il se pouvait. Voici maintenant, très résumés, les résultats obtenus :

A. *Sondages dans les glaces.* — Il en a été fait deux; le premier au large de la Terre de Liverpool parmi les glaces du courant polaire groenlandais, le second dans les mêmes eaux, par 67°22′ de latitude nord et 21°28′ de longitude W. Gr, à côté d'un « floe » étendu, et sur un fond de 320^m.

I. Les résultats ainsi obtenus en quelques secondes s'accordent avec ceux relevés par les procédés lents et souvent difficiles à utiliser de l'hydrographie usuelle. Il conviendrait de multiplier de tels sondages pour savoir si le pycnosondeur ne pourrait déceler le voisinage des glaces, dans le brouillard.

B. *Sondages dans les fjords.* — On a employé le pycnosondeur principalement dans l'Eyjafjordur (Islande septentrionale) : 1° dans le goulet qui sépare la rade d'Akureyri du reste du fjord, sur un même profil transversal, le 7 août 1929 à marée haute et le 8 à marée basse; 2° le long du dit fjord, d'Akureyri à la mer, à marée montante, le 9 août.

Les sondages dans le goulet, large de 900^m, profond d'une trentaine de mètres, ont décelé :

A marée haute un accroissement rapide de la densité avec la profondeur entre 0^m,5 et 1^m,5 brusquement assez ralenti entre 3 et 4^m. A marée basse

une variation semblable, mais le resserrement des isopycnes a lieu entre 3 et 4^{m} tandis que leur relâchement a son maximum entre 5 et 7^{m},5.

D'autre part le niveau moyen d'une isopycne quelconque fluctue avec la marée; *il monte et descend avec la mer.*

Enfin les sondages sur l'axe longitudinal du fjord décèlent l'envahissement graduel du chenal par les eaux plus lourdes de l'océan; elles soulèvent les eaux plus légères de sorte que les isopycnes sont inclinées, d'amont en aval, vers la surface de l'eau.

Il n'y a pas là constatations bien nouvelles mais l'extrême maniabilité et l'efficacité du nouvel instrument en ressortent nettement, surtout si l'on remarque que les dix stations du goulet ont été faites chaque fois en moins de deux heures, aller et retour à pied d'œuvre compris. Le sondage longitudinal n'a exigé que l'arrêt du navire pendant quelques minutes chaque fois. Le pycnosondeur de la Cour et Schou mérite donc bien de prendre place dans le matériel d'investigation hydrographique. Il serait facile sans doute d'en augmenter encore l'efficacité; il suffirait de le munir d'un dispositif permettant d'écouler à volonté et tranches par tranches, l'échantillon de sondage, aux fins de déterminer séparément leurs salinités et corrélativement leurs températures.

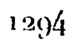
ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *Sur la variation diurne des parasites atmosphériques : moyennes mensuelles, variation annuelle, influences météorologiques.* Note [1] de M. R. **Bureau**, présentée par M. G. Ferrié.

La figure ci-jointe représente la variation diurne moyenne, à Saint-Cyr, du nombre des atmosphériques pendant 17 mois pour une fréquence de l'ordre de 50 kc/s (6000^{m}). Les courbes de cette figure ont été établies d'après les diagrammes d'un appareil [2] enregistrant le nombre d'atmosphériques par unité de temps et basé sur l'emploi d'un relais télégraphique actionnant un anémocinémographe Richard. On constate une fois de plus

(1) Séance du 23 décembre 1929.

(2) Précédemment décrit, voir *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 157, et *La Météorologie*, nouvelle série, 3; 1927, p. 287.

Depuis la publication de ces deux Notes, l'enregistreur a subi un certain nombre d'améliorations et en particulier a été mis à l'abri de tout brouillage causé par les émissions sans que sa sensibilité ait été affectée (capacités convenables shuntant les enroulements des transformateurs basse fréquence).



midi minuit midi midi minuit midi midi minuit midi

JUIL. JUIN JUIL.

AOUT MAI AOUT

SEPT. AVRIL SEPT.

OCT. MARS OCT.

NOV. FEV. NOV.

DEC. JANV.

100 50 20 10

1928 1929 1929

la présence de deux maximums principaux : un maximum de nuit et un maximum d'après-midi. L'examen des diagrammes quotidiens montre que ces deux maximums proviennent de l'apparition indépendante des atmosphériques d'anticyclone et des atmosphériques stagnants (¹). Les atmosphériques migrateurs (¹) n'apparaissent naturellement que très peu sur les courbes moyennes.

Les atmosphériques stagnants (max. d'après-midi) disparaissent totalement pendant les mois d'hiver. Au cours des mois d'été, ils sont accentués à l'extrême certains jours, mais ils disparaissent presque en d'autres.

Les atmosphériques nocturnes, au contraire, s'observent pendant toute l'année. Si faibles soient-ils, il est possible de les faire apparaître en augmentant la sensibilité du récepteur. Mais l'amplitude du maximum nocturne subit de très grandes variations, parfois même d'une nuit à l'autre. J'ai déjà été amené à signaler (²) que, *pendant les mois d'hiver*, cette amplitude dépend étroitement de la situation météorologique : elle est d'autant plus considérable que l'on se trouve dans une masse d'air polaire plus instable; l'arrivée d'une masse d'air chaud en altitude réduit à la fois l'intensité et le nombre des atmosphériques nocturnes; le minimum est atteint au passage du secteur chaud. Il semble bien que cette propriété se constate en toutes saisons si l'on a soin de ne pas considérer, comme atmosphériques nocturnes, la prolongation, au cours de la nuit, des atmosphériques stagnants des journées très orageuses d'été.

Une première comparaison d'enregistrements assurés à plusieurs centaines de kilomètres de distance (Saint-Cyr, Zurich, Slough, Sarrebrück) semble confirmer ces vues. Alors qu'en période d'atmosphériques stagnants, les courbes sont très souvent analogues dans les diverses stations, révélant ainsi une simultanéité presque parfaite des atmosphériques, il y a de fortes différences entre les amplitudes des atmosphériques nocturnes de ces stations, chaque fois qu'elles ne sont pas dans une même masse d'air.

(¹) J'ai défini antérieurement ces trois catégories d'atmosphériques; voir *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 529.

(²) *Onde électrique*, 8, 1929, p. 134.

PALÉONTOLOGIE. — *Les calcosphérites des tissus fossiles*. Note [1] de M. **J. J. Thomasset**, présentée par M. L. Cayeux.

Ces corps qui se rencontrent dans tous les tissus calcifiés, où ils représentent un arrêt ou un défaut de la calcification, nous renseignent sur le mode de formation de ces tissus et peuvent ainsi être d'une grande importance pour l'étude de ceux qui sont exclusivement fossiles.

Dans les dents des Poissons nous avons rencontré les formes suivantes :

Dans l'ostéodentine de *Dactylodus concavus* (Carbonifère de Russie) on observe des sphères à contours nets ou en voie de désintégration et des formes cristallines. Celles-ci peuvent être soit de petits cristaux à section carrée ou hexagonale, isolés ou en groupes de deux ou trois, épars dans les canaux pulpaires, ou bien des formes plus grandes et moins régulières disséminées au sein de la substance fondamentale. Parmi ces dernières, les unes sont groupées en nids et entourées d'un îlot de matière granuleuse. Ce sont des cristaux corrodés comme les cristaux du premier temps d'une roche microgrenue. Ils ont eu peut-être même destin, c'est-à-dire que formés au sein d'une substance molle encore ils ont été ensuite entamés par des remaniements accompagnant la calcification définitive. Les autres corps enfin, toujours isolés, sont des concrétions plus grandes qui sur la coupe présentent la forme d'un quadrilatère aux angles plus ou moins arrondis. Les unes ont l'aspect de deux cubes creux emboîtés, les autres d'un cube contenant une sphère; d'autre présentent un sphérite central entouré d'un dépôt de forme arrondie auquel il n'adhère pas. Ces corps variés et complexes n'ont montré aucun phénomène de polarisation susceptible de renseigner sur leur nature. Il n'y a pas lieu de supposer, semble-t-il, qu'ils sont dus à la fossilisation, car une partie d'entre eux correspond à ce que l'on trouve fréquemment dans les tissus actuels.

Dans l'orthodentine on rencontre souvent des calcosphérites en sphères régulières. Chez *Sargodon* ils sont parfois très distincts et abondants à la périphérie et dans les digitations de la dentine, mais ils ne se trouvent jamais avec ces caractères dans l'émail.

Dans l'émail tubulaire anhiste de *Sargodon tomicus* (Rhétien) on observe quelquefois des concrétions à contours très nets, libres ou encroûtant les canalicules. Ce sont soit de petits grains réfringents, soit des corps plus

(1) Séance du 23 décembre 1929.

gros montrant des couches concentriques et à contours vaguement polyédriques. Autour de quelques-unes de ces concrétions, parfois englobant deux de celles-ci, on voit une substance finement granuleuse qui semble moins compacte et dont les contours sont moins précis. Ces corps se rencontrent un peu partout dans l'émail, mais surtout dans le voisinage de la dentine et de ses digitations. Ils ne se soudent jamais en masses volumineuses. Des concrétions semblables se sont formées autour des canalicules venus de la dentine, les encroûtant d'un dépôt à contours nets et à zones concentriques. Ce dépôt n'occupe le plus souvent qu'une partie du canalicule, généralement la portion moyenne, d'autres fois la pointe, et le canalicule alors se termine en massue.

Ces calcosphérites de l'émail anhiste, qu'ils soient libres ou fixés sur les canalicules, présentent toujours des contours très nets et tranchent vivement sur la matière vitreuse qui les entoure. On n'en trouve pas en voie de désintégration. Ils donnent l'impression de corps étrangers, accessoires, et non d'un stade de développement du tissu. Ce sont plutôt des concrétions en quelque sorte accidentelles, des précipités dus à une cause plus ou moins fortuite que des éléments normaux de la calcification arrêtés dans leur évolution.

La localisation de ces corps sur ou dans le voisinage des canalicules venus de la dentine est un indice en faveur du rôle calcifiant de ceux-ci vis-à-vis de l'émail.

Les calcosphérites de cet émail anhiste ne ressemblent pas à ceux que l'on a signalé dans l'émail prismatique des mammifères. Ils ne ressemblent pas non plus à ceux de la dentine sous-jacente. Ces différences morphologiques montrent que non seulement les deux tissus n'ont pas la même origine, mais que leurs modes de calcification ont dû être tout à fait différents. Les concrétions comme les canalicules semblent flotter librement dans un milieu liquide, leurs contours sont très nets, elles sont disposées sans ordre et n'ont pas été remaniées. Elles se sont formées vraisemblablement en milieu fluide; puis la solidification de la masse adamantine s'est effectuée d'un seul coup et non par dépôt de couches successives. L'impression que produit ce tissu est celle d'une eau brusquement figée avec tous les corps solides qu'elle contenait. Il semble donc certain que dans cette variété d'émail (l'émail anhiste des amioïdes) la calcification s'est effectuée selon un mode différent de ce qui se passe d'ordinaire dans les tissus durs des dents.

BOTANIQUE. — *Recherches cytologiques sur l'assise nourricière des grains de pollen d'*Helleborus fœtidus, Euphorbia Sauliana *et* E. Peplus. Note (¹) de Mlle **Germaine Py**, présentée par M. Louis Mangin.

L'étude, au moyen des méthodes cytologiques modernes, de l'assise nourricière du pollen n'a été abordée que dans une seule famille d'Angiospermes, les Solanacées, par Mascré. Le grand intérêt possible de cette étude, au point de vue cytophysiologique, m'a conduit à la reprendre chez des familles très différentes d'Angiospermes. Les résultats résumés ici se rapportent au tapis d'une Renonculacée (*Helleborus fœtidus* L.) et de deux Euphorbiacées (*Euphorbia Peplus* L. et *E. Sauliana* Bor.). L'évolution du chondriome des cellules du tapis présente, chez ces trois plantes, de grandes analogies. Pendant une période de spécialisation, période qui s'étend sensiblement jusqu'au stade synapsis, on voit, dans les cellules nourricières, un cytoplasma dense des mitochondries et de longs chondriocontes. On ne peut donc pas caractériser l'état adulte de ces cellules par l'apparition des chondriocontes, dans les Solanacées (Mascré).

Pendant les mitoses réductrices, de grandes vacuoles apparaissent dans les cellules du tapis, fait signalé d'ailleurs par tous les auteurs ayant étudié l'assise nourricière. Les éléments du chondriome sont alors très fins; les chondriocontes, moins nombreux, commencent à se renfler, indice de leur transformation en plastes. Ces phénomènes sont moins visibles chez *E. Peplus* que chez *E. Sauliana* et plus tardif chez *H. fœtidus*. Au moment où les jeunes grains de pollen élaborent leur membrane cutinisée, le chondriome du tapis comprend des mitochondries et de gros plastes irréguliers rappelant beaucoup les protéoplastes signalés par Guilliermond dans le sac embryonnaire du Lis blanc. Les vacuoles sont moins nombreuses. Plus tard, les protéoplastes grossissent et de nouvelles vacuoles apparaissent. Enfin, quand les grains de pollen sont achevés, le cytoplasma, très réduit, ne contient plus que des masses noirâtres, reste des noyaux et du chondriome colorés par l'hématoxyline ferrique.

Le réactif iodo-ioduré a permis de reconnaître qu'il n'existe d'amidon à aucun stade de l'évolution de cette assise dans l'hellébore

Au moment de la dissociation des tétrades, la membrane des cellules du

(¹) Séance du 23 décembre 1929.

tapis présente des phénomènes particulièrement intéressants. Sur la face des cellules tournée vers la cavité pollinique apparaissent des corpuscules fixant énergiquement l'hématoxyline ferrique; ces éléments semblent constituer des épaississements de la membrane, sur laquelle ils sont disposés côte à côte, de manière à ne laisser entre eux qu'un très faible intervalle. Leurs formes et leurs dimensions varient avec les espèces : chez *H. fœtidus*, ce sont de petits grains sphériques ou irrégulièrement polyédriques; chez les Euphorbes, ce sont des écailles incurvées qui, dans les coupes, forment, à la surface des cellules, un feston assez régulier. Ces corpuscules perdent peu à peu leur chromaticité, de sorte que, quand les cellules nourricières ont presque complètement disparu, ils ne retiennent plus l'hématoxyline. Ces ornementations ont été signalées déjà par Mascré, puis par Krjatchenko; le premier pense qu'elles sont lignifiéees ou cutinisées, le second qu'il s'agit vraisemblablement de substances graisseuses; tous deux ont remarqué, sans insister, la ressemblance de ces corps avec la membrane des grains du pollen.

En réalité, ces granulations, qui sont uniréfringentes, ne présentent aucune des réactions microchimiques des graisses, de la lignine ou de la subérine. En effet, dans les coupes non colorées d'objets fixés par le liquide de Meves, elles sont nettement incolores. Traitées, sur le frais, par l'acide osmique en solution ou en vapeurs, elles ne brunissent que très légèrement. Enfin les réactions sont *négatives* par le sulfate de bleu de Nil, le bleu d'indophénol naissant, le Soudan III, l'acide sulfurique concentré et le molybdate d'ammoniaque, la potasse concentrée à l'ébullition (saponification), tous réactifs des graisses, de la cutine et de la subérine.

Les réactions de la phloroglucine chlorhydrique et du chlorhydrate de benzidine, caractéristiques de la lignine, du rouge de ruthénium, caractéristique des composés pectiques, du bleu coton C4B, avant ou après action de la potasse, caractéristique de la callose, de l'acide iodhydrique iodé fumant, caractéristique de la cellulose, de schiff caractéristique des aldéhydes, sont également *négatives*. En outre, ces corpuscules, insolubles dans le xylol, ne sont certainement pas des cires. L'acide sulfurique concentré, la lessive de potasse, même concentrée, à froid ou à chaud, laissent intactes en apparence ces ornementations de la membrane des cellules nourricières. D'autre part le vert d'iode et le violet cristal leur confèrent une coloration

analogue à celle qu'ils communiquent à l'enveloppe des grains de pollen et aux parties lignifiées des vaisseaux ligneux; ce dernier révèle en outre que ces grains présentent, au moins chez l'Hellébore, une structure hétérogène : un centre qu'il colore en rose et une écorce à laquelle il donne une teinte violette. De ces colorations et de cette grande résistance aux acides et à la potasse, caractères communs aux ornementations des cellules nourricières, à la membrane des grains de pollen et aux parties lignifiées des vaisseaux, il semble possible d'inférer que les premiers sont constitués par une substance qui n'est ni de la cutine, ni de la lignine, mais en est très voisine et se comporte, vis-à-vis des réactifs, comme l'enveloppe des grains de pollen.

Il est intéressant de voir des cellules destinées à être digérées dans un très bref délai élaborer, chez les Angiospermes les plus diverses (Hellébore, Euphorbes, Solanacées, Lis), des substances dont le rôle ordinaire est de protéger les cellules qu'elles entourent, et il est permis de se demander si l'apparition de ces ornements n'est pas due à la manifestation d'homologie entre les cellules nourricières et les tétraspores, homologies provenant d'une identité primitive. Cette hypothèse, émise pour la première fois par Rosenberg, puis combattue par Mascré, paraîtrait d'autant plus vraisemblable que, assez souvent, on rencontre des cellules dont les membranes sont ornementées sur toutes les faces et que chez *H. fœtidus*, il n'existe aucune différence morphologique entre le chondriome de la jeune assise nourricière et celui des cellules primordiales.

BOTANIQUE. — *Un nouveau genre modifiant un peu notre conception de la famille des Malvacées.* Note ([1]) de M. **B. P. C. Hochreutiner**, présentée par M. H. Lecomte.

J'ai rencontré, parmi des plantes de Patagonie, envoyées par Donat au Conservatoire botanique de Genève, un petit arbrisseau très singulier. Par la forme de sa corolle, de ses étamines et de son pistil, il se rattache à la famille des Malvacées mais son calice est très différent de ce qu'on observe dans cette famille et même dans l'ordre des Colomnifères.

Dans cet ordre en effet, à part les *Sloanea* qui sont des Tiliacées, tous les genres ont un calice valvaire dont les sépales, généralement lanceolés, ont leurs marges étroitement appliquées les unes contre les autres. Il en résulte

(1) Séance du 23 décembre 1929.

une forme conique ou pyramidale de boutons floraux. Au point de vue systématique, c'est là un caractère très important, permettant de distinguer ces familles de celles dont le calice a une préfloraison imbriquée et où les boutons floraux ont souvent l'apparence d'être tordus en spirale.

Or, chez cette nouvelle plante, le calice, tout en gardant sa structure valvaire, est cependant tordu en spirale, grâce à une disposition singulière : les sépales ne sont concrescents que dans leur partie la plus inférieure et les cinq lobes séparés sont cordés à leur base et ils sont extrêmement larges. Pourtant, ils restent valvaires, parce que leurs marges, repliées en arrière, sont contiguës sur une assez grande largeur, de sorte que les boutons floraux semblent avoir cinq ailes.

Cette disposition, quoique rare, n'est pas exceptionnelle; on la retrouve chez certains *Abutilon*, chez des *Hibiscus*, chez des *Palava*. Ce qui la rend remarquable ici, c'est son exagération. Ces ailes sont si larges, qu'elles se replient sur le côté et qu'elles imitent ainsi une préfloraison imbriquée. En outre, l'extrémité du bouton floral est tordue en spirale d'une manière très caractéristique.

Enfin ce calice extraordinaire a des sépales pennatilobés et cela vient modifier la diagnose de la famille, car c'est le seul cas connu chez les Malvacées. Or, les systématiciens ont toujours considéré que la découpure des pièces florales était de première importance pour le classement des genres dans cette famille. C'est ainsi que les *Gossypium* sont distingués des *Hibiscus* et des *Serra* (*Senra*), essentiellement, parce que les bractées involucrales des premiers sont découpées, tandis qu'elles sont entières chez les deux autres.

Il était donc indiqué de constituer un nouveau genre que l'auteur pense devoir être placé dans le voisinage des *Abutilon*. Ce nouveau genre a été nommé *Neobaclea*, pour le dédier à Bacle, botaniste genevois, qui s'est distingué dans l'étude de la flore de l'Amérique du Sud et qui périt tragiquement en 1838 à Buenos-Aires. On ne saurait nommer cette plante *Baclea*, parce qu'il existe déjà un genre d'Asclépiadacées de ce nom, publié en 1876 par E. Fournier dans le *Dictionnaire de botanique* de Baillon (1, p. 338).

BOTANIQUE. — *Le chondriome de l'embryon chez* Cucurbita Pepo *dans la graine sèche et pendant la germination.* Note [1] de M. N. **Wagner**, présentée par M. Molliard.

Les méthodes mitochondriales de fixation (Regaud et Lewitsky) appliquées aux graines de *Phaseolus* et de Pois par A. Guilliermond [2] et N. Wagner [3] ont permis de constater l'existence du chondriome dans les cellules de l'embryon au cours de la maturation et de la germination des graines [4]. On a pu établir, en même temps, la dépendance qui existe entre la forme des chondriosomes et l'état d'hydratation de la graine. Pendant la déshydratation qui a lieu au cours de la maturation, les chondriocontes se fragmentent en mitochondries; inversement, au cours de l'hydratation qui marque le début de la germination, les mitochondries s'allongent pour redonner des chondriocontes.

Il importait de vérifier la présence du chondriome dans les graines sèches des autres plantes et de rechercher si, là également, on peut observer la même dépendance entre la forme du chondriome et l'état d'hydratation de la graine.

Dans ce but, nous avons choisi comme matériel *Cucurbita Pepo*. Les racines des embryons ont été fixées par la nouvelle méthode Némec-Milovidof [5], par le Regaud et le Lewitsky. La première méthode n'a pas donné de résultats satisfaisants. Le fixateur de Regaud ne conserve les chondriosomes qu'aux stades avancés de la germination. Les meilleurs résultats ont été obtenus à l'aide du fixateur de Lewitsky.

Les cellules des racines de l'embryon dans les graines sèches chez *Cucurbita Pepo* sont remplies de grains d'aleurone de sorte qu'il est souvent assez difficile de mettre en évidence les chondriosomes qui sont, par ailleurs, peu

---

(1) Séance du 23 décembre 1929.

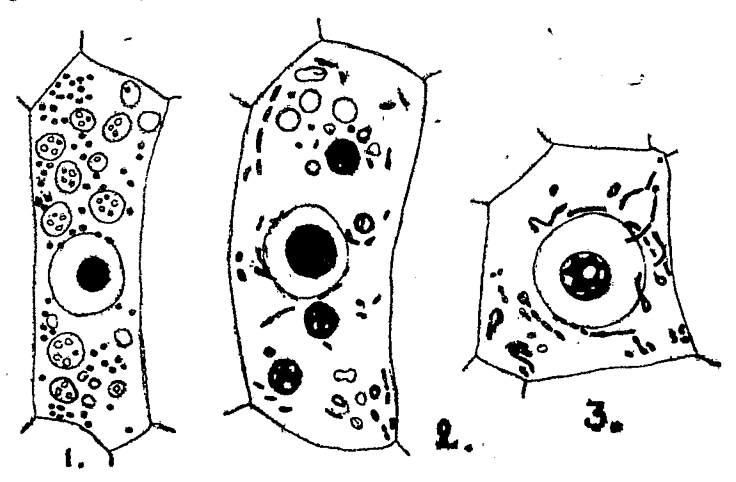
(2) A. Guilliermond, *Sur la formation de l'amidon dans l'embryon avant la maturation de la graine* (*C. R. Soc. Biol.*, 76, 1914, p. 567).

(3) N. Wagner, *Évolution du chondriome dans les cellules de l'embryon des graines de* Phaseolus (*Comptes rendus*, 1929, 189, p. 1098).

(4) Guilliermond a brièvement décrit d'autre part la transformation des chondriosomes en plastes dans les graines de Ricin pendant la germination, et il indique qu'il a pu faire les mêmes observations chez la Courge.

(5) Acide chromique à 1 pour 100 (25^{vol}); bichromate de K à 1 pour 100 (25^{vol}); formol pur (4^{vol}).

nombreux. De même que dans le *Phaseolus*, tout le chondriome n'est représenté, dans ce cas, que par les petits grains (mitochondries granuleuses); mais, contrairement à ce que l'on constate chez *Phaseolus*, les mitochondries ne forment nulle part d'accumulations et sont uniformément dispersées dans le protoplasme de la cellule (voir *fig.* 1, une cellule de la zone intérieure du périblème).



Le chondriome conserve le même caractère aux premiers stades du gonflement des graines (1 ou 2 heures après qu'on les a mises en milieu humide). Au début de la dissolution des grains d'aleurone, on trouve parmi les mitochondries de courts bâtonnets (voir *fig.* 2). Au fur et à mesure que se poursuit cette dissolution et que la cellule s'hydrate, on peut suivre la transformation graduelle des mitochondries en chondriocontes allongés. Ensuite, le chondriome des cellules de la racine de l'embryon (*Cucurbita*) prend l'aspect qu'il a ordinairement dans les cellules du méristème : nombreux et longs chondriocontes et mitochondries (voir *fig.* 3).

On peut donc également considérer comme établie, pour *Phaseolus*, la présence de chondriosomes dans les cellules des graines sèches, ainsi que la relation qui existe entre leur forme et les états de déshydratation et d'hydratation qui caractérisent la maturation et la germination de la graine. Il semble qu'on puisse considérer comme générale l'absence des chondriocontes dans les graines sèches.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la répartition du picéoside (picéine de Ch. Tanret) dans le règne végétal.* Note (¹) de MM. **M. Bridel** et **J. Rabaté**, présentée par M. L. Mangin.

Le picéoside (picéine de Ch. Tanret) a été extrait par cet auteur, en 1894, du *Picea excelsa* Link. C'est le glucoside β de la *p*-hydroxyacétophénone, ainsi que l'ont établi Charon et Zamanos, en 1901.

Jusqu'ici, le picéoside n'a été rencontré que dans le *Picea excelsa* Link, les autres Conifères essayées, ayant fourni des glucosides différents : coniféroside et toxicatoside de Ch. Lefebvre, par exemple. En 1928, M. Bridel, C. Charaux et J. Rabaté ont extrait de l'écorce de l'*Amelanchier vulgaris* Mœnck un glucoside hydrolysable par l'émulsine, qu'ils ont appelé améliaroside. Tout récemment, J. Rabaté a montré que l'améliaroside est le glucoside β de la *p*-hydroxyacétophénone : il est ainsi identique au picéoside. A la suite de ce travail, le picéoside avait donc été trouvé dans une Conifère et dans une Rosacée. Mais sa répartition est encore plus large, car il existe un autre glucoside qui est, lui aussi, identique au picéoside.

En 1900, Jowett a isolé, d'une écorce de Saule noir, un glucoside qu'il a appelé salinigrine et qu'il considère comme le glucoside β de la *m*-hydroxybenzaldéhyde, en dépit de grandes différences entre les points de fusion de la soi-disant *m*-hydroxybenz aldéhyde obtenue par hydrolyse de la salinigrine, de son oxime et de sa phénylhydrazone, d'une part, et, d'autre part, les points de fusion de la *m*-hydroxybenzaldéhyde et de ses mêmes combinaisons, donnés dans la littérature.

Nous avons été frappés de ces différences et de la similitude existant entre les points de fusion et les pouvoirs rotatoires du picéoside et de la salinigrine, et entre les points de fusion de leurs produits d'hydrolyse et de ses combinaisons. Nous avons pensé que picéoside et salinigrine devaient être un seul et même glucoside.

Nous avons extrait la salinigrine de deux échantillons différents d'écorce de Saule noir. Elle possède les propriétés de la salinigrine de Jouvert, mais son produit d'hydrolyse n'est pas la *m*-hydroxybenzaldéhyde, c'est la *p*-hydroxyacétophénone.

Le tableau suivant résume les principales propriétés du picéoside retiré de l'écorce de Saule noir par Jouvert et par nous, du *Picea excelsa* Link par

(¹) Séance du 23 décembre 1929.

Ch. Tanret et de l'*Amelanchier vulgaris* Mœnch. On y trouvera aussi les points de fusion des produits d'hydrolyse de ces glucosides et de leurs combinaisons, ainsi que ceux de la *m*-hydroxybenzaldéhyde et de *p*-hydroxyacétophénone et de leurs combinaisons, indiqués dans la littérature.

Picéoside extrait de	Écorce de Saule noir. Jouvert.	Écorce de Saule noir. Bridel et Rabaté.	*Picea excelsa.*	Amelanchier.
Point de fusion.....	+195°	+195°	+194°	+195°
α_D................	— 87,30	— 86,59	— 84	— 86,50
Glucose pour 100....		60,10	60,10	60,36
Pouvoir réducteur...		0,070		0,064

	m-hydroxybenzaldéhyde.	Produit d'hydrolyse du picéoside de : Écorce de Saule noir. Jouvert.	Écorce de Saule noir. Bridel et Rabaté.	*Picea excelsa.*	Amelanchier.	*p*-hydroxyacétophénone.
Point de fusion.....	+104°	+108°	+109°	+109°	+109°	+109°
Dérivé méthoxylé...			+ 37	+ 32	+ 37	+ 38
Oxime.............	+ 88	+138	+142,5	+143	+142,5	+143
Phénylhydrazone...	+130	+147	+151	+148	+151	+148
Semicarbazone......			+207	+199	+207	+199

En résumé, le picéoside, glucoside du *Picea excelsa* Link, la salinigrine, glucoside de l'écorce de Saule noir et l'améliaroside, glucoside de l'*Amelanchier vulgaris* Mœnch, représentent un seul et même principe immédiat : le glucoside β de la *p*-hydroxyacétophone.

Les noms de salinigrine et d'améliaroside doivent donc disparaître de la nomenclature chimique, puisque le nom de picéoside (picéine de Ch. Tanret) est celui sous lequel ce principe immédiat a été étudié pour la première fois.

Le picéoside se trouve maintenant très largement répandu dans la nature, puisqu'on l'a extrait d'une Conifère, d'une Rosacée et d'une Salicacée.

Il est intéressant de faire remarquer, en outre, que, pour l'instant, le picéoside n'existe que dans une seule plante de chacune de ces trois familles, si éloignées l'une de l'autre dans la classification botanique.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence du traitement à l'alcool sur l'extraction du tannin des végétaux.* Note ([1]) de M. E. **Michel-Durand**, présentée par M. M. Molliard.

A la suite d'anomalies constatées dans l'extraction des tannins du gland du Chêne je me suis demandé quel pouvait être l'effet d'un traitement des végétaux à l'alcool bouillant sur des substances aussi sensibles à la chaleur, à l'oxydation et à l'adsorption que les tannins. Je vais établir qu'on obtient des résultats différents dans les traitements ultérieurs selon que les tissus ont ou n'ont pas subi un traitement préliminaire à l'alcool bouillant.

Un gland pesant 8g est décortiqué et partagé en deux fragments identiques H et M. M coupé en fines cossettes dans 1000$^{cm^3}$ d'acétone absolue, est traité suivant la technique publiée ailleurs ([2]). H est sectionné de la même façon dans de l'alcool à 90° suivant la méthode préconisée par Lüers ([3]); on porte le tout à l'ébullition au bain-marie jusqu'à évaporation totale du liquide; on dessèche le résidu à l'étuve à 70° pendant 12 heures. Après broyage le fragment H subit le même traitement que M avec cette seule différence que le traitement à l'eau froide est remplacé dans ce cas par des épuisements à l'acétone à 40 pour 100.

Sauf avis contraire, l'acétone utilisée est déshydratée sur SO^4Cu anhydre.

	Tannins entraînés par			
	l'acétone au Soxhlet (4h).	l'eau froide sur Büchner.	l'eau à 100°.	Total.
M, glands en contact avec l'acétone à froid....	51	48	10	109
		l'acétone à 40 %.		
H, glands traités par l'alcool à 90° bouillant...	4	98	8	110

1° Les tannins des glands desséchés dans l'alcool bouillant sont à peu près insolubles dans l'acétone absolue mais *très solubles dans l'acétone additionnée d'eau.*

2° Les tannins des glands desséchés dans l'acétone à froid sont partiellement solubles dans ce liquide comme je l'ai montré antérieurement. C'est en me basant sur ce fait que j'ai établi la distinction entre tannins libres et tannins absorbés ([4]).

([1]) Séance du 23 décembre 1929.

([2]) E. Michel-Durand, *Revue générale de Botanique*, 41, 1929, p. 316.

([3]) H. Lüers, *Abderhalden, Handb. biol. Arbeitsmeth.*, 3, Abt. 11, 1926, p. 633.

([4]) E. Michel-Durand, *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 586-589.

A cela on a objecté récemment que la solubilité des tannins des glands conservés dans l'acétone à froid, est due à la présence de l'eau dans les tissus frais, ce qui revient à effectuer les épuisements avec un mélange d'eau et d'acétone; dès lors la distinction établie entre tannins libres et tannins combinés est inexacte [1].

Afin de répondre à cette objection, j'ai effectué l'expérience n° 2. La poudre traitée par l'acétone au soxhlet provient d'un seul gland coupé en morceaux dans l'acétone froide; au bout de 24 heures on décante le liquide, les glands sont broyés au mortier et la poudre ainsi obtenue est divisée en deux lots de même poids : *a* et *b*.

	Tannins dissous	L'eau chaude enlève ensuite
a, épuisé directement au soxhlet.........	50	70
b, desséché à 100; puis épuisé au soxhlet	43	60

L'acétone absolue dissout donc une quantité très appréciable des tannins dans ces conditions; la légère différence constatée en faveur du lot *a* peut être attribuée soit à l'action de la chaleur sur *b*, soit à la présence d'une petite quantité d'eau dans les tissus de *a*.

Expérience n° 3. — Trois glands sont décortiqués; chacun d'eux est divisé en quatre parties de même poids, de même composition, qui sont réparties dans les lots 1, 2, 3, 4. Chacun de ces lots a donc le même poids et la même composition. Leur traitement est indiqué dans le Tableau suivant :

	Tannins dissous successivement		
	par l'acétone au soxhlet (5^h).	ensuite par l'eau chaude.	Total.
N° 1. Desséché jusqu'à poids constant dans dessiccateur à $CaCl^2$.............	43	90	133
N° 2. Desséché jusqu'à poids constant dans l'étuve à 75°-80°.................	20	120	140
N° 3. Desséché jusqu'à poids constant dans l'étuve à 100°-105°..............	11,5	115	126,5
N° 4. Desséché dans l'alcool à 90° bouillant, puis à l'étuve à 70°.............	11,4	117	128,4

Pour les tissus desséchés, la quantité de tannin soluble dans l'acétone est fonction de la température, le traitement préliminaire des cotylédons à l'alcool à 90° bouillant jusqu'à évaporation complète, produit le même effet

(1) H. HUBER, *Jahrbüch. f. wiss. Bot.*, Bd. 70, H. 2, 1929, p. 288.

pour l'extraction des tannins, que la dessiccation à l'étuve à 100°; ce résultat pouvait se prévoir *a priori* d'après l'examen de la courbe des points d'ébullition d'un mélange alcool-eau de titre inférieur à 95°.

En résumé, un traitement préalable des cotylédons du gland de *Q. robur*, insolubilise les tannins vis-à-vis de l'acétone. Les modifications qui en résultent sont purement qualitatives, mais elles mettent en évidence l'extrême sensibilité à la chaleur du complexe tannique existant dans les tissus végétaux considérés. Ainsi s'expliquent les conclusions de Mlle Huber « que les tannins du gland de *Q. robur* sont à peu près insolubles dans l'acétone absolue ». Cette insolubilité est le résultat du traitement préliminaire des tissus à l'alcool bouillant qui détermine une adsorption qui est détruite par l'eau comme je l'ai montré ailleurs (1). Cette Note confirme donc les résultats de mes recherches antérieures et en particulier la notion des deux sortes de tannins libres et combinés, qui est à l'étude en ce moment.

BOTANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur une Scrophulariée* (Striga hermonthica) *parasite des céréales en Afrique tropicale*. Note (2) de M. **Aug. Chevalier**, présentée par M. H. Lecomte.

Pendant la saison des pluies, les champs de Mil de l'Afrique tropicale sont souvent émaillés d'une plante annuelle haute de 30cm à 35cm à fleurs roses en épis rappelant par leur beauté certaines espèces florales de nos jardins. Les Noirs qui connaissent bien cette plante redoutent sa présence dans leurs champs car elle réduit considérablement la récolte des céréales, Sorgho et Pénicillaire (gros et petit mil), plantes qui forment comme l'on sait la base de l'alimentation des indigènes de beaucoup de régions de l'Afrique tropicale.

Il s'agit en réalité d'une Scrophulariée parasite, de la tribu des Gérardiées, le *Striga hermonthica* Benth. décrit en 1812 sous le nom de *Buchnera hermonthica* par Delile qui l'avait rencontrée dans les champs de Sorgho à Erment (l'antique Hermonthis) dans la Haute-Égypte au cours de l'expédition scientifique organisée par Bonaparte. Elle est très commune du Sénégal à l'Abyssinie.

Personnellement j'ai constaté depuis longtemps son abondance dans

(1) Michel-Durand, *Revue générale de Botanique*, 41, 1923, p. 314.

(2) Séance du 23 décembre 1929.

toutes nos possessions de l'Ouest et du Centre Africain (Sénégal, Guinée, Soudan, Volta, Dahomey, Haut-Oubangui, Chari-Tchad). Mais c'est tout récemment au cours d'une mission au Sénégal, que j'ai pu étudier sa biologie et constater ses méfaits. Comme la plupart des Gérardiées, le *Striga hermonthica* (connu des Wolofs sous le nom de *Ndokoum*, des Bambaras sous celui de *Ségué*) est un parasite facultatif; si ses racines ne rencontrent pas les racines de certaines graminées pour s'y implanter à l'aide de suçoirs, la plante reste chétive et ne semble pas se reproduire.

Le *Ndokoum* germe dans les champs de Mil alors que celui-ci est en herbe et haut de quelques décimètres à peine. Il apparaît alors comme une mauvaise herbe peu nuisible. Dès qu'il arrive à s'implanter sur les racines de la céréale il se ramifie, prend une grande taille (quoique toujours dominé par les chaumes) et fleurit. C'est alors qu'il devient très nuisible. Le Sorgho ainsi parasité ne prend pas son plein développement, les épis s'ils se développent sont petits. Les Pénicillaires pour la plupart n'épient pas, mais les chaumes se ramifient beaucoup en formant des sortes de balais stériles rappelant par l'aspect les Cannes à sucre atteintes de la maladie du Sereh. Nous estimons que le *Ndokoum* réduit certaines années la récolte du Mil de la moitié ou même des deux tiers en Afrique Occidentale.

D'après un renseignement verbal du R. P. Tisserant, la même espèce de *Striga* attaquerait aussi dans le Haut-Oubangui le Riz cultivé par les indigènes comme « Riz de montagne », c'est-à-dire sur terre jamais inondée. On sait que ce Riz n'existait pas dans cette contrée jusqu'en 1902, époque à laquelle nous l'avons introduit. Il s'est rapidement répandu chez les indigènes, mais en même temps se répandait le *Striga hermonthica* dans les rizières souvent établies sur l'emplacement d'anciens champs de Sorgho. C'est surtout pendant les années de sécheresse qu'il porte préjudice au Riz en l'empêchant d'épier. En Afrique Occidentale le *Striga* manque dans les rizières, celles-ci étant presque toujours temporairement inondées et notre Scrophulariée vivant constamment en dehors de l'eau et sur les terrains qui s'égouttent facilement. Au Sénégal elle est particulièrement commune sur les terrains nommés *diek* et *dior* sur lesquels on cultive l'Arachide, mais elle ne parasite que les Graminées.

Le *Striga hermonthica* est une plante de lumière, aussi il prend une plus grande taille et occasionne des dégâts plus importants dans les champs où le Mil est clairsemé par suite de la non germination des graines ensemencées ou de la disparition des jeunes plants. Il fait ordinairement défaut sur les terrains récemment défrichés, sur brousse vierge ou jachère ancienne. Mais au bout de quelques années il y apparaît et se développe rapidement. C'est son pullulement, bien plus que l'épuisement du sol qui oblige les Indigènes

à laisser périodiquement les champs cultivés en jachères. Les Sénégalais assurent qu'un repos de 4 années suffit pour que le *Striga* ne réapparaisse plus; après ce délai les graines ont sans doute perdu leur pouvoir germinatif. Au bout de quelques années, il revient de nouveau, les graines très fines étant probablement apportées par les animaux ou le ruissellement des pluies.

Ajoutons que le *Striga* présente un polymorphisme floral très marqué : on trouve presque constamment mélangées dans les champs une forme à grandes fleurs (c'est le *S. hermonthica* proprement dit) et une forme à petites fleurs (*S. senegalensis* Benth.), les deux formes pouvant être réunies en formant qu'une seule espèce.

Pour réduire les dégâts causés par le *Ndokoum*, il faudrait arracher tous les plants avant qu'ils soient en graines, non seulement dans les champs cultivés, mais encore dans les jeunes jachères où la plante vit aussi en parasite sur quelques Graminées spontanées. Enfin il conviendrait sans doute de n'ensemencer que des graines de Mil soumises à un nettoyage très sérieux, car des graines de *Ndokoum* peuvent rester adhérentes ou mélangées aux graines de céréales récoltées dans les champs envahis.

CHIMIE AGRICOLE. — *Fixation et mobilisation de* P^2O^5 *dans les limons.* Note [1] de MM. **A. Demolon** et **G. Barbier**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Depuis les travaux de Dehérain (1879), le mode de fixation de l'ion PO^4 dans le sol est resté très controversé. Nous l'avons étudié sur un limon quaternaire, sensiblement exempt de matières humiques (terre à briques).

1° Même en l'absence de carbonates terreux, Ca échangeable, déplacé par les cations (H, NH^4, K) des phosphates solubles, précipite partiellement P^2O^5 à l'état de phosphates calciques en milieu non acide.

2° La terre à briques privée de Ca échangeable par traitement à l'acide chlorhydrique N/5, peut encore absorber des quantités considérables de P^2O^5 (0,55 pour 100 de terre dans le cas d'une solution phosphorique N/10). En l'absence d'Al^2O^3 libre dans ce type de sol, c'est le sesquioxyde de fer hydraté, dont une fraction importante est liée à l'argile, qui intervient ici.

---

(1) Séance du 23 décembre 1929.

Les composés ainsi formés ne sauraient d'ailleurs être considérés comme des combinaisons chimiques définies. En effet le contact de l'argile décalcifiée avec une solution aqueuse de phosphate, aboutit dans chaque cas à un état d'équilibre entre la phase solide et la phase liquide; la quantité de P^2O^5 fixée et la concentration finale de la solution en P^2O^5 croissent d'une manière continue avec la concentration initiale en P^2O^5 de la solution, comme le montre le tableau suivant [25^g argile décalcifiée + $PO^4H^2NH^4$; volume final : 1000^{cm^3}] :

	Grammes de P^2O^5 par litre.				
Concentration initiale	0,005	0,023	0,114	0,228	0,455
Concentration finale	traces	0,001	0,035	0,105	0,279
Quantité fixée	0,005	0,022	0,079	0,123	0,176

L'équilibre dépend aussi de la concentration en ions H_+ du milieu, ainsi que l'indiquent les résultats suivants : [25^g argile décalcifiée + $0^g,227$ P^2O^5 ($PO^4H^2NH^4$) + quantité variable NH^4OH; volume final : 750^{cm^3}] :

pH final	2,8	3,2	3,8	6,4	8,1	8,9
Gr. P^2O^5 fixés	0,139	0,148	0,152	0,143	0,098	0,078

La quantité de P^2O^5 fixée passe par un maximum pour pH = 3,5 environ. Il en résulte, en particulier, que l'emploi des réactifs acides entraîne une réversibilité partielle, à l'état de complexe ferrique, de P^2O^5 du sol ainsi dissous.

P^2O^5 fixé en milieu acide se redissout par alcalinisation. Par agitation en présence d'une solution de NaOH à 0,5 pour 100, P^2O^5 fixé par la terre à briques décalcifiée repasse presque totalement en solution.

De même, si l'on fait passer d'une manière continue à travers la terre à briques, préalablement décalcifiée, une solution de phosphate diammonique (pH = 7,8), la terre commence par fixer P^2O^2 de la solution, puis lui en cède lorsqu'elle a suffisamment fixé d'ions NH^4 pour devenir alcaline.

La séparation de P^2O^5 lié au fer nécessite donc l'emploi de réactifs alcalins. L'action propre de l'acide citrique est liée à son action dissolvante vis-à-vis de l'oxyde de fer hydraté et nous avons pu constater que les citrates alcalins peuvent lui être avantageusement substitués.

3° Indépendamment de la précipitation directe de phosphates de chaux, Ca adsorbé par les colloïdes argileux favorise l'adsorption de P^2O^5 par ceux-ci. Mais en présence d'un excès d'ions Ca dans la solution (> 250 milliéquiv. par litre), l'action précitée de Ca adsorbé disparaît (phénomène de partage).

Mode d'action des réactifs acides. — Comme l'ont déjà constaté Hall et Amos (1906), Russel et Prescott (1916), les divers réactifs acides proposés pour la détermination du taux de P^2O^5 des sols, dit assimilable, ne permettent pas d'isoler la totalité de certains composés phosphoriques solubles dans chacun d'eux et, en particulier, de séparer les phosphates calciques. En effet, comme nous venons de le voir, il se produit, dans ces conditions, des équilibres susceptibles de modifier la répartition initiale de P^2O^5, et ce phénomène est particulièrement marqué pour la terre à briques.

On peut étudier commodément cette réversibilité en introduisant directement P^2O^5 —($PO^4H^2NH^4$)— dans les divers réactifs acides. Si la quantité de P^2O^5 est suffisante, la solution abandonne au sol de l'acide phosphorique au lieu d'en dissoudre.

	Grammes de P^2O^5 par litre.					
Acide acétique à 1 pour 100 (100g de solution à 1000cm³).						
Conc. initiale......	0,0000	0,0016	0,0030	0,0046	»	»
Conc. finale.......	0,0028	0,0032	0,0035	0,0039	»	»
Différence.........	−0,0028	−0,0016	−0,0005	+0,0007	»	»
Acide citrique à 2 pour 100 (30g de solution à 150cm³).						
Conc. initiale......	0,000	0,045	0,090	0,135	0,179	0,224
Conc. finale.......	0,027	0,056	0,085	0,118	0,152	0,187
Différence.........	−0,027	−0,011	+0,005	+0,017	+0,027	+0,037
Acide nitrique dilué (Méthode Schlœsing-de Sigmond).						
Conc. initiale......	0,0000	0,0036	0,0056	0,011	0,017	»
Conc. finale.......	0,0017	0,0036	0,0047	0,009	0,012	»
Différence.........	−0,0017	±0,0000	+0,0009	+0,002	+0,005	»

Il existe donc pour chacun de ces réactifs, une *concentration critique* telle que les solutions de concentration inférieure s'enrichissent en P^2O^5 au contact du sol, et que celles de concentration supérieure s'appauvrissent. Cette concentration critique est fonction, pour un réactif donné, des réserves de P^2O^5 que l'on cherche à définir dans les méthodes d'attaque par les acides faibles. Nous verrons ultérieurement l'application qui peut être faite des notions générales précédentes, qui peuvent être étendues à K^2O.

ENTOMOLOGIE. — *Sur la distribution des Glossines dans la région du Zambèze de Chemba* (*Afrique orientale portugaise*). Note (¹) de M. **Pierre Lesne**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

La question de la répartition des Glossines dans la vallée du Zambèze à l'aval des gorges de Loupata offre un grand intérêt par suite de l'extension récente, dans cette direction, des zones à maladie du sommeil, forme sud-africaine, transmise par le *Glossina morsitans* Westw. Cette progression, qui aurait son point de départ dans la Rhodésia du Nord (Pereira Lapa, 1915 et 1917), peut devenir une menace pour les régions situées au sud du Zambèze et qui paraissent encore indemnes.

Chargé par M. le Gouverneur du Territoire de la Compagnie de Mozambique de prospecter à ce point de vue la région de Chemba, j'ai effectué mes recherches à la fin de la saison des pluies et dans la première moitié de la saison sèche (1929). Elles ont porté principalement sur la rive droite du fleuve depuis les approches du rio Fizé, en amont, jusqu'à Sone, en aval, et, dans l'intérieur, jusque sur le rio Nhamapaza.

Trois espèces de Glossines habitent cette contrée.

1° Le *Glossina morsitans* Westw. occupe deux vastes aires dans la région du confluent du rio Mouira. L'aire septentrionale longe la rive gauche du Zambèze et s'étend vers l'Est jusque auprès d'Ancoaze. J'ai pu vérifier que les mouches y étaient très abondantes au début de mai, dans le Tchombé, à quelques kilomètres du fleuve. L'aire méridionale s'étend en pays Baroué, dans le bassin du Mouira; elle gagne vers l'Est le Mafounda et le Nhacafoula, bien au delà des points signalés par Pereira Lapa (1917).

Entre ces deux grandes aires, encore incomplètement connues, s'intercale, dans le district de Tambara, une aire d'étendue restreinte, restée jusqu'ici insoupçonnée, et qui paraît être également permanente. Je l'ai visitée en avril et en juillet. Elle occupe, dans toute sa longueur, la rive sud-occidentale du lac Cangaré.

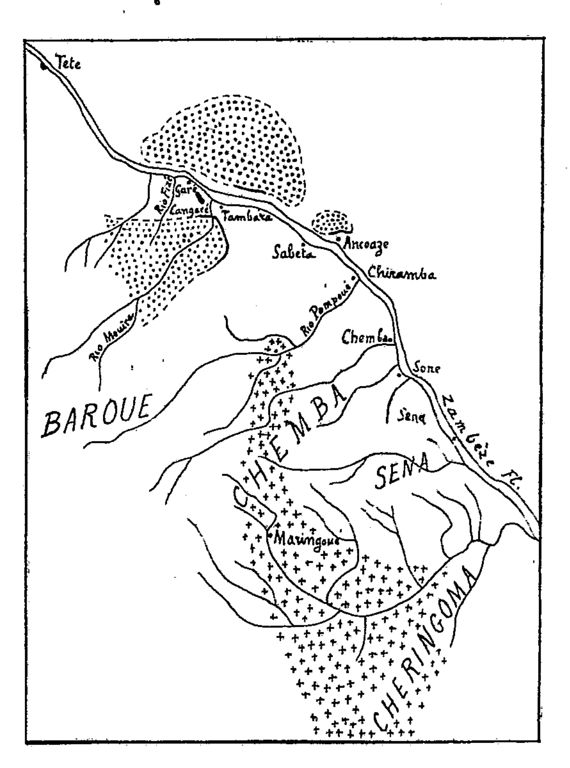
2° Le *Glossina pallidipes* Austen habite les régions du Haut Pompoué (Surcouf) et du rio Nhamapaza (Lesne), suivant une aire qui se relie vraisemblablement avec celle qui occupe la forêt de Cheringoma, où la tsé-tsé abonde en saison des pluies.

3° Le *Glossina Austeni* Newst., non encore signalé, semble-t-il, dans le

(¹) Séance du 9 décembre 1929.

bassin de Zambèze, s'observe sporadiquement dans la forêt de la rive gauche du rio Nhamapaza, au sud de Maringué.

Les points habités par les Européens sur le Zambèze, depuis Tambara jusqu'à Sone, sont situés hors des zones à Glossines.



Esquisse de la distribution des *Glossina morsitans* et *G. pallidipes* dans la région du Zambèze de Chemba. Les aires à *morsitans* sont indiquées en pointillé, sauf celle du Cangaré, qui est marquée en noir. Les croix indiquent l'aire approximative du *G. pallidipes*.

On peut noter ici qu'il n'est pas rare de rencontrer dans ces régions des indigènes connaissant les Glossines et sachant les distinguer des autres Diptères piqueurs. Ils les nomment *m'hepsés* ou *m'pepsés*, appellation qui paraît propre au dialecte tchiséna et qui, l'hypothèse en a déjà été émise (Austen, 1903), est peut-être l'origine du mot tsé-tsé.

En résumé, j'ai pu préciser quelques traits de la configuration des grandes aires à *morsitans* du Voumba et du Baroué et j'ai fait connaître une aire intermédiaire entre celles-ci. J'ai montré la présence du *G. pallidipes* à distance de la rive droite du Zambèze et signalé celle du *G. Austeni* dans la même région.

ZOOLOGIE. — *Sur la présence du genre* Ctenoplana *dans les eaux de l'Indochine française*. Note (¹) de M. C. N. **Dawydoff**, présentée par M. M. Caullery.

On se rappelle l'intérêt provoqué parmi les zoologistes par la découverte de *Cœloplana*. Cet organisme, trouvé en 1871, par A. Kowalewsky, dans la mer Rouge (Kowalewsky n'a fait connaître sa découverte qu'en 1880) a été considéré, surtout après les généralisations de Lang (1885), comme un type intermédiaire entre Cténophores et les Polyclades. Peu de temps après, Korotneff (1886) décrivit un second organisme planariforme de la mer de Java (non loin de Sumatra), *Ctenoplana*, voisin du précédent, mais présentant, en plus, des organes caractéristiques des Cténaires, les palettes natatoires.

Pendant 30 ans, *Cœloplana*, fut considéré comme rarissime; il n'en avait été récolté qu'un seul exemplaire. A l'heure actuelle, on peut le dire banal. On en a décrit plusieurs espèces (au Japon, en Indochine) et son anatomie, son développement nous sont suffisamment connus. Par contre, *Ctenoplana* ne fut revu qu'une fois, en 1895, par A. Willey en Mélanésie. On n'en a trouvé en tout, que cinq échantillons, appartenant à trois espèces (*Ct. Kowalewskii* Korotn., *Ct. Korotnewi* Will. et *Ct. rosacea* Will.), sur l'organisation desquelles nos renseignements sont très rudimentaires.

En Indochine, Krempf (1919) avait constaté la présence abondante de *Cœloplana*. Je comptais donc y retrouver cet organisme, mais n'avais aucune raison d'espérer rencontrer *Ctenoplana*. Or, mon premier coup de filet pélagique, dans la baie de Nhatrang (Annam), me rapporta un bel échantillon de ce dernier genre.

Pendant la belle saison, tandis que souffle la mousson du Sud-Ouest, de mai à août, j'ai récolté dix exemplaires de ces *Ctenoplana*. Considérant qu'aucune expédition récente n'a rapporté de *Ctenoplana* et qu'en dépit des recherches très méthodiques et minutieuses, faites tant au Japon qu'aux Indes néerlandaises ou à Ceylan par divers établissements zoologiques, *Ctenoplana* reste inconnu dans ces parages, on est tenté de placer le centre de dispersion de ce genre dans la mer de Chine, ou mieux encore dans les eaux de l'Indochine française. Les formes trouvées dans la baie de Nhatrang

(¹) Séance du 23 décembre 1929.

appartiennent à trois espèces distinctes. Aucune d'elles ne se confond avec celles qui sont déjà connues. Je les nomme : *C. duboscqui*, *C. agnæ* et *C. jurii*. Je ne puis en donner ici que de courtes diagnoses :

Ctenoplana duboscqui n. sp. — Un seul échantillon. — Distinct de tous ses congénères : 1° par la présence de rudiments de bandelettes ciliées; 2° par la présence d'une seule palette sur chacune de ses côtes méridiennes. Les tentacules, très longs, sont munis de tentilles très peu nombreuses (5-6 seulement par tentacule), mais presque aussi longues que le tentacule lui-même. Le corps est d'une couleur presque uniforme : blanc laiteux opalescent, avec du vert olive dans la région centrale épaissie et parsemée de points jaunes sur les portions périphériques. Seules les gaines tentaculaires sont vivement colorées en brun orangé (terre de Sienne brûlée). Le diamètre du corps est de 5mm.

Ctenoplana agnæ n. sp. — 7 exemplaires, dont 4 adultes (4mm,5 de diamètre) et 3 jeunes (1mm,5-2mm). A cette espèce se rapporte sans doute un spécimen presque larviforme, pêché en juin. *C. agnæ* se distingue par sa coloration caractéristique : fond gris perle, très clair, avec grosses taches d'un rouge carmin éclatant (ou pourpre), distribuées très régulièrement. Ces taches offrent une zone périphérique jaune. Elles sont en nombre défini : 10 équidistantes, le long du bord périphérique du disque et 6, en deux groupes symétriques de 3, dans chaque moitié de la région aborale épaissie. Les gaines tentaculaires sont également colorées en rouge pourpre. Parmi les caractères morphologiques de cette espèce, notons surtout le nombre assez faible des palettes (5-6 à chaque rangée méridienne) ainsi que la structure biradiaire (et non bilatérale) de l'appareil tentaculaire (palpes sensitifs) de l'organe aboral.

Ctenoplana jurii n. sp. — Distincte de la précédente par ses dimensions plus fortes (7-8mm de diamètre) et surtout par la longueur de ses côtes méridiennes, offrant 10-11 palettes. Coloration également caractéristique. Région épaissie du disque à teinte générale assez sombre, par suite de la présence de nombreux amas de pigment acajou. Sur la périphérie de la zone marginale amincie et très transparente, ce pigment se répartit en une série plus ou moins régulière de petites taches équidistantes, assez nombreuses.

J'ajoute que tous mes échantillons de *Ctenoplana* ont été récoltés dans le le plankton de surface.

ZOOLOGIE. — *Sur l'identité d'*Ornithodorus erraticus *Lucas et d'*Ornithodorus marocanus *Vélu*. Note [1] de M. **Jacques Colas-Belcour**, transmise par M. Ch. Nicolle.

En 1849, H. Lucas décrivit un ornithodore algérien qu'il nomma *Ornithodorus erraticus* [2]; cet ornithodore fut retrouvé en plusieurs endroits de

[1] Séance du 23 décembre 1929.

[2] H. Lucas, *Exploration scientifique de l'Algérie* (*Zoologie*, fasc. 1, 1849, p. 316).

l'Algérie, en Tunisie, au Maroc ([1]) et en Égypte. M. Vélu ([2]), en 1919, publia la diagnose d'un ornithodore marocain sous le nom d'*O. marocanus*; cette espèce fut ensuite signalée en Espagne par Sadi de Buen qui démontra son rôle comme vecteur du spirochète de la fièvre récurrente espagnole et en Algérie par Et. Sergent, H. Foley et L. Parrot ([3]). Nous avions été, depuis longtemps, frappé par les analogies que présentaient entre elles ces deux espèces; mais nous les considérions jusqu'ici comme distinctes, bien que très voisines.

Après avoir étudié comparativement nos exemplaires d'*O. erraticus* d'origine tunisienne ([4]) et des *O. marocanus* de provenance espagnole et marocaine, nous sommes arrivé à conclure à leur identité, aussi bien à la suite d'examens sur l'acarien vivant que sur les exemplaires traités à la potasse, procédé qui permet de mieux étudier les caractères tégumentaires. Les exemplaires des deux espèces décrites ne diffèrent ni par leurs dimensions moyennes ni par la forme générale du corps dont les variations individuelles ne sont dues qu'à un état de réplétion plus ou moins marqué.

Nous avons constaté la même similitude pour les caractères tégumentaires, poils, granulations, stigmates, sillons, cadre et soies anales; en particulier, les disques, peu visibles sur le vivant, nous ont montré, sur les préparations, non seulement le même aspect microscopique, mais encore la même répartition sur le tégument dorsal.

Le camérostome d'*O. erraticus* n'a pas de joues ou ailes latérales comme dans le groupe de l'*O. talaje*; mais il présente sur son tiers antérieur les mêmes digitations ou tubercules décrits chez *O. marocanus* par G. Sénevet et Ch. Vialatte ([5]) et que ces auteurs ont homologué avec des vestiges de ces formations.

Le rostre par la formule dentaire de l'hypostome et ses chélicères, les

---

([1]) Les exemplaires d'*O. erraticus* de la collection du Muséum d'Histoire naturelle de Paris, que nous avons pu examiner grâce à l'obligeance de M. le professeur Gravier et de M. André à qui nous adressons nos remercîments, ont été déterminés par Neuman et avaient été recueillis aux environs d'Azemmour (Maroc).

([2]) H. Vélu, *Bull. Soc. Path. exot.*, 12, II, 1919, p. 99.

([3]) Et. Sergent, H. Foley et L. Parrot, *Bull. Soc. Path. exot.*, 12, VI, 1929, p. 436.

([4]) La diagnose de cette souche fut confirmée, lors de sa découverte, par F. Larrousse, et, plus récemment, par comparaison avec les exemplaires conservés au Muséum.

([5]) G. Sénevet et Ch. Vialatte, *Bull. Soc. Path. exot.*, 14, VI, 1921, p. 331

palpes par les rapports de longueur de leurs articles ou la disposition de leurs soies, les coxæ et les pattes enfin par la forme de leurs tarses et leur différence de longueur, ne nous ont montré aucune divergence entre les deux espèces comparées.

Ces analogies morphologiques se complètent par la ressemblance au point de vue de leur comportement, de leur habitat naturel, de leur parasitisme habituel fréquent sur les vertébrés à sang froid; enfin, elles ne sont nullement en contradiction avec ce qu'on sait de la répartition géographique de ces espèces, qui, à part les régions extrêmes, Espagne pour l'*O. marocanus*, ou Égypte pour l'*O. erraticus*, est souvent commune.

En conséquence nous proposons que les deux espèces, décrites sous deux noms, soient confondues en une seule sous le plus ancien : *O. erraticus* Lucas.

Les détails de cette étude seront publiés ultérieurement.

PHYSIOLOGIE. — *L'élément du* temps *dans l'excitabilité physico-chimique.* Note (1) de M. **N. K. Koltzoff**, présentée par M. Caullery.

J'ai développé ailleurs (2) l'idée que l'excitation nerveuse sur les organes effecteurs (cellules pigmentaires, muscles lisses, glandes), peut être remplacée par l'action immédiate d'une solution physiologique à concentration modifiée en ions Ca et K, et je me suis efforcé de prouver expérimentalement la possibilité d'un tel remplacement. J'ai cru possible d'en déduire que, même dans le cas d'excitation ordinaire, naturelle ou expérimentale au moyen du courant électrique, la cause immédiate de l'irritation de l'organe effecteur serait la modification de la concentration des ions autour de la cellule pigmentaire, musculaire ou glandulaire correspondante. L. Lapicque a étudié le rapport entre l'effet de l'excitation du nerf et du muscle au moyen du courant électrique et le temps d'action du courant continu. Au moment de la fermeture ou de la rupture du courant, après une certaine durée d'action de ce courant, on constate la même réaction normale de l'effecteur; mais la diminution de la durée minimale d'action

(1) Séance du 23 décembre 1929.

(2) N. K. Koltzoff, *Les principes physico-chimiques de l'irritabilité des cellules pigmentaires, musculaires et glandulaires* (*Revue générale des Sciences*, 50, 1929, p. 165-171).

du courant a pour suite un certain retard de la réaction effectrice. A mesure que le temps d'action du courant diminue, ce retard de la réaction augmente rapidement. Pour obtenir une mesure exacte de la dépendance de l'excitabilité et du temps, Lapicque a proposé une espèce particulière d'index, la chronaxie. Pour les différents nerfs et muscles du même animal, la chronaxie peut varier; d'autre part, l'état physiologique du tissu excité influence aussi la chronaxie.

Si nous admettons que la cause fondamentale de l'irritation de l'organe effecteur se trouve être le changement de la concentration des ions à sa surface, il est clair que nous devons également observer des phénomènes analogues à la chronaxie en changeant la concentration ionique.

Une écaille isolée de *Cyprinus auratus*, observée sous le miscrocope, montre une excitabilité normale pendant 8-10 heures. Pendant ce temps, on réussit à provoquer plus de 10 fois la contraction des mélanophores, en faisant passer sous la lame une solution saline de Tyrode avec excès d'ions K et à les ramener chaque fois à l'état d'expansion maximum, en substituant la solution de Tyrode ordinaire. Pendant cet intervalle, j'ai pu obtenir jusqu'à 100 microphotographies du même groupe de cellules. Au delà d'une certaine augmentation de la concentration K dans la solution de Tyrode, son augmentation ultérieure n'altère plus la réaction normale. Dans la solution de Tyrode dont je me sers et qui provoque l'expansion maximum, le rapport moléculaire Na : K = 100 : 2,22. Les solutions, où ce rapport est porté à 100 : 25, ou 100 : 33, ou 100 : 100, provoquent généralement une réaction normale — une contraction des grands mélanophores ronds à granules bruns. Au bout de la première minute, la contraction commence; après 2 minutes, elle atteint son maximum et, après 3 minutes, commence une faible expansion, suivie de pulsations rythmiques. Les solutions qui, pour 100 molécules Na, contiennent 15 molécules K, ou même moins, ne provoquent aucune réaction, et si nous y transportons des écailles à mélanophores contractés, ces derniers se dilatent au maximum. Dans les concentrations intermédiaires, contenant pour 100 Na, de 15 à 20 K, on peut se rendre compte des limites entre lesquelles l'excitabilité devient fonction du temps. Pour différents poissons, ou bien différentes écailles et même, pour différents chromatophores de la même écaille, ces limites varient. Pour la plupart, en employant le rapport Na : K = 100 : 20, nous observons encore une réaction complète, sans retard, avec un début de contraction au bout de la première minute : mais il arrive que, dans cette solution, la contraction de certains mélanophores est un peu retardée, ne commençant

qu'après 2-3 minutes. Dans une concentration K plus fortement diminuée (par exemple, avec le rapport Na : K = 100 : 18), les mélanophores manifestent les premiers indices de la contraction après 5 minutes, d'autres bien plus tard : dans ce cas, la contraction n'atteint généralement pas son maximum et, après 20, 30 ou 40 minutes, elle est remplacée par un début d'expansion et par la pulsation rythmique. Au-dessous de cette limite, des modifications insignifiantes dans le rapport Na : K provoquent un changement marqué ainsi qu'une grande variété dans la réaction des différents chromatophores.

Il devient particulièrement clair ici que la chronaxie des divers chromatophores est différente. Plus les rayons des chromatophores sont étendus et ramifiés, plus grande est la concentration qu'ils réclament pour leur réaction normale. D'un autre côté, les mélanophores à granules pigmentaires noirs (gris) exigent, pour une réaction normale, une plus grande augmentation de la concentration K, que les mélanophores à granules brunâtres. Pour chaque écaille, on pourrait trouver des concentrations K, où après quelques minutes, quelques-uns des mélanophores subiraient la contraction, d'autres restant en état d'expansion.

Sur un poisson vivant, ou bien sur une écaille qu'on vient d'enlever, on observe souvent, que, tandis que quelques-uns des mélanophores sont contractés au maximum, d'autres sont au maximum d'expansion, d'autres enfin se trouvent à des stades intermédiaires. On ne saurait encore déduire de là que toutes ces catégories de mélanophores soient en rapport avec des nerfs différents. Il me semble plus probable que l'innervation doit être la même, mais l'impulsion faible ou pas assez prolongée; c'est pourquoi elle provoquerait à la surface des mélanophores, où s'entrelacent de fines ramifications des fibrilles nerveuses, une augmentation insuffisante des ions K (Na : K voisin de 100 : 18-20). Étant donnée une telle intensité de l'irritation, les chromatophores ayant une chronaxie diminuée parviennent à se contracter, tandis que les chromatophores à chronaxie augmentée demeurent en expansion.

La chronaxie dans l'excitabilité immédiate physico-chimique des organes effecteurs étant établie, cela fortifie encore davantage l'hypothèse que, dans l'excitation nerveuse, la cause dont dépend l'excitabilité des organes effecteurs se trouve également être la modification des concentrations des ions à leur surface.

PHARMACODYNAMIE. — *Pseudococaïne droite et cocaïne gauche : essais comparés de rachianesthésie chez le chien.* Note (¹) de MM. **Jean Régnier** et **Fernand Mercier**, présentée par M. A. Desgrez.

Nous avons constaté, en employant les méthodes expérimentales décrites par l'un de nous (²), que le pouvoir anesthésique de la pseudococaïne droite, sur les nerfs sensitifs isolés, était 2,6 à 3 fois plus grand que celui de la cocaïne ordinaire. Ces résultats, fort nets, ne nous paraissent pourtant pas suffisants pour donner une idée exacte de la valeur anesthésique pratique de la pseudococaïne droite. En effet, au laboratoire, sur les nerfs isolés, sans cesse imprégnés de solution anesthésique, nous mesurons le pouvoir anesthésique absolu de la substance. En clinique, par injections périnerveuses, d'autres facteurs interviennent. La circulation du sang et les échanges entre tissus déplacent le toxique et, de plus, se produisent des phénomènes mal connus, pourtant très importants, de destruction du toxique par les cellules mêmes de l'organisme. Ainsi l'anesthésie clinique peut-elle être différente de ce que l'on était en droit d'attendre d'après les résultats trouvés au laboratoire.

Justement, nous avons montré, dans une Note antérieure (³), que la pseudococaïne droite était bien plus vite détruite par l'organisme que la cocaïne gauche. Il était donc intéressant de rechercher, par une méthode expérimentale directement imitée des méthodes cliniques, dans quelle mesure cette destructibilité, relativement grande, de la pseudococaïne droite pouvait modifier le résultat anesthésique produit par ce corps. Pour cela, nous avons cherché à produire l'anesthésie des voies sensitives lombaires du chien par injection intrarachidienne.

Nos essais ont été effectués sur chiens chloralosés. Nous avons enregistré les variations de la pression artérielle et celle de la respiration. Nous avons injecté, dans le canal rachidien, entre les deux dernières vertèbres lombaires, la substance anesthésique locale en solution dans l'eau salée physiologique. Nous avons pris comme test de l'anesthésie (anesthésie complète) la suppression de toute réaction réflexe produite par une excitation faradique donnée, portée sur le bout central du nerf sciatique. Ces réac-

(¹) Séance du 23 décembre 1929.

(²) J. Régnier, *Bull. Sc. pharm.*, 34, 1927, p. 614-692. — J. Régnier et G. Valette, *Bull. Sc. Pharm.*, 36, 1929, p. 284.

(³) F. Mercier et J. Régnier, *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 872.

tions réflexes, constatées avant l'établissement de l'anesthésie locale et retrouvées après le retour de la sensibilité, étaient les suivantes (*fig.* 1)

a. Des réponses musculaires motrices et en particulier des secousses du train postérieur et du thorax.

b. Des modifications du rythme et de l'ampleur de la respiration, inspirations spasmodiques répétées, très brèves, mais amples.

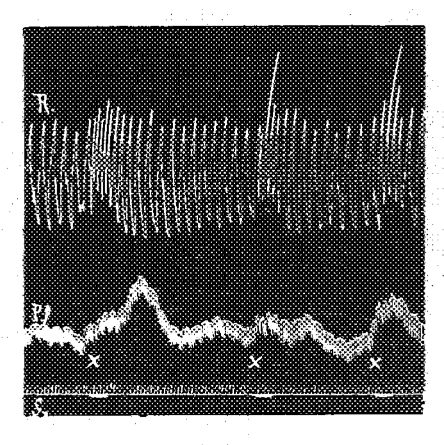


Fig. 1.

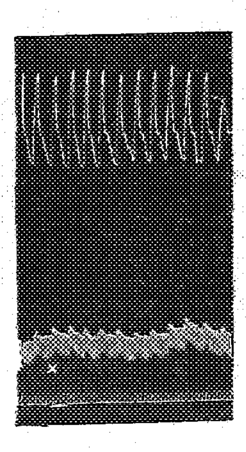


Fig. 2.

Chien 6kg,5 chloralosé (0g,12 p. k.). Enregistrement de la pression artérielle par le manomètre de Ludwig. Mouvements respiratoires enregistrés par l'explorateur de Marey. En *x* excitation (5 secondes) du bout central du sciatique par un courant faradique (chariot de Du Bois Reymond, écartement des bobines à la division 5).

Fig. 1. — Excitations avant l'injection intrarachidienne.

Fig. 2. — Même excitation 20 minutes après l'injection intrarachidienne de 1cm³ d'une solution de chlorhydrate de pseudococaïne droite à 1 pour 100 (soit 0gr,0015 p. k.).

c. Des modifications de la pression artérielle, généralement élévation pendant la durée (5 secondes) de l'excitation, puis abaissement et enfin retour au niveau normal ([1]).

Les excitations faradiques étaient faites régulièrement toutes les cinq minutes, jusqu'au retour des phénomènes réflexes. Ainsi nous avons pu, en tenant compte de la durée de l'anesthésie, comparer entre elles ces expériences.

Sans entrer dans le détail de nos essais, que nous exposerons ailleurs, disons que les résultats obtenus d'une part avec le *chlorhydrate de pseudococaïne droite*, d'autre part avec le *chlorhydrate de cocaïne gauche*, sont tout à fait voisins. Ainsi, à titre d'exemple, nous avons constaté que ces substances,

([1]) Les modifications de la pression artérielle paraissent être dues à l'action de deux facteurs variables et de sens contraire : d'une part une hypertension due à l'excitation médulaire, d'autre part une chute de pression due à l'inhibition cardiaque réflexe.

injectées à la dose de $0^g,01$ (1^{cm^3} à 1 pour 100) à des chiens de poids voisins de 6^{kg} (soit $0^g,0015$ par kilogramme), produisaient aussi bien l'une que l'autre, une anesthésie complète d'une durée de 50 minutes. Il était, tout au plus, possible de remarquer, comme différence, que l'anesthésie survenait plus rapidement avec la pseudococaïne droite (3 à 5 minutes après l'injection) qu'avec la cocaïne gauche (7 à 10 minutes). Nous pouvons donc conclure qu'en anesthésie rachidienne le chlorhydrate de pseudococaïne droite possède sensiblement le même pouvoir anesthésique que le chlorhydrate de cocaïne gauche ordinaire.

Ces résultats, comme nous l'avons fait prévoir, ne sauraient nous étonner. En effet nous avons vu d'une part, au laboratoire, que le chlorhydrate de pseudococaïne droite était 2,6 à 3 fois plus actif, sur les nerfs isolés (anesthésie absolue) que son isomère. Nous avons vu, d'autre part, que l'organisme animal détruisait, dans le même temps (toxicité lente) 2,5 fois plus de chlorhydrate de pseudococaïne droite que de chlorhydrate de cocaïne gauche. Il est donc naturel que ces phénomènes de sens contraire tendent à se neutraliser en clinique, et que par conséquent l'*anesthésie pratique* devienne sensiblement la même pour les deux isomères.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les proportions, la localisation des hydrates de carbone dans la graine d'*Helianthus annuus *et leurs variations au cours de la germination.* Note (¹) de M. **J. Lemarchands**, présentée par M. A. Desgrez.

La graine mûre de Soleil contient (²) rapportée au poids sec : 0,2 pour 100 de sucres réducteurs, 1,2 pour 100 de sucres non réducteurs, aucun polysaccharide de réserve.

La recherche qualitative des sucres réducteurs (formation des osazones) permet de caractériser le glucose, l'absence de fructose (le chlorhydrate de méthyphénylhydrazine asymétrique donne un résultat négatif), la présence de faibles quantités de maltose (cristaux lamellaires de maltosazone). Les sucres non réducteurs sont représentés surtout par le saccharose (pouvoir rotatoire, réaction positive avec la liqueur des savonniers, produits d'hy-

(¹) Séance du 23 décembre 1929.

(²) Extraction des sucres par l'alcool bouillant dans les graines dégraissées, séparation par l'acétate de plomb de l'acide chlorogénique, défécation, dosage des sucres réducteurs (Méthode de G. Bertrand).

drolyse). Les polysaccharides ne sont pas décelables, l'inuline en particulier n'existe pas [1].

L'étude histochimique faite sur coupes minces (action réductrice, osazones) [2] indique la présence du glucose dans l'épiderme des cotylédons (sphérites de glucosazone). On ne peut localiser les sucres non réducteurs, leur hydrolyse préalable ne le permet pas; le pouvoir réducteur après cette hydrolyse reste faible, la formation d'osazones très limitée. Les cotylédons ne contiennent donc que très peu de sucres réducteurs. Les réactions microchimiques de l'amidon et de l'inuline ne donnent que des résultats négatifs. L'embryon est dépourvu de sucres réducteurs.

L'étude des solutions provenant des graines germées donne les chiffres suivants : 1° sucres réducteurs : graines dont l'hypocotyle atteint 11^{mm}, 1,49 pour 100; 17^{mm}, 3,67 pour 100; 35 à 40^{mm}, 5,77 pour 100; 55^{mm}, 8,05 pour 100 du poids sec; 2° sucres non réducteurs et polysaccharides : le dosage des premiers se révèle impossible [3], j'ai établi indirectement leur pourcentage par la méthode suivante.

Extraction directe par l'eau des hydrates de carbone, hydrolyse totale par HCl étendu, dosage donnant P, pourcentage total; extraction alcoolique des sucres, épuisement du résidu par l'eau, hydrolyse des polysaccharides obtenus, dosage donnant leur pourcentage p_3. Le pourcentage en sucres non réducteurs sera : $p_2 = P - (p_1 + p_3)$, p_1 représentant les proportions de sucres réducteurs trouvées précédemment. Les résultats numériques sont exprimés en glucose et rapportés au poids sec.

Hypocotyles de 11^{mm} : $p_1 = 1,49$; $p_2 = 8,86$; $p_3 = 2,56$; $P = 12,91$.
Hypocotyles de 17^{mm} : $p_1 = 3,67$; $p_2 = 11,63$; $p_3 = 2,51$; $P = 17,81$.
Hypocotyles de $35\text{-}40^{mm}$: $p_1 = 3,44$; $p_2 = 3,77$; $p_3 = 6,81$; $P = 14,02$.
Hypocotyles de 55^{mm} : $p_1 = 8,05$; $p_2 = 1,18$; $p_3 = 0,88$; $P = 11,11$.

L'étude qualitative permet de caractériser glucose et saccharose. En résumé : 1° la quantité totale des matières hydrocarbonées extraites s'élève rapidement dès le début de la germination, passe par un maximum, puis décroît; 2° les sucres non réducteurs existent dès les premiers stades en

---

(1) *Recherche de l'inuline par la méthode de Tanret* (*Bull. Soc. chim.*, 9, 1893, p. 200-227).

(2) Grafe, *Sitzungsber. d. Kais. Akad. d. Wiss. in Wien*, 114, 1905, p. 15.

(3) Le dosage des sucres réducteurs après hydrolyse donne toujours des chiffres très inférieurs (parfois nuls) vis-à-vis de ceux obtenus avant hydrolyse. Il y a là un impossibilité comparable à celle du dosage du lactose dans le lait de femme.

quantité fort supérieure à celle des sucres réducteurs ou des polysaccharides, ils disparaissent presque totalement à la fin ([1]); 3° les sucres réducteurs (glucose) d'abord peu abondants acquièrent progressivement une importance prépondérante et représentent finalement la majeure partie des hydrates de carbone.

L'étude histochimique des graines germées, sur coupes minces (réactions : α-naphtol, thymol, osazones, action réductrice) conduit aux résultats suivants : 1° Les cotylédons ne renferment que des traces de glucose (tissu palissadique), mais, dès le début de la germination, les polysaccharides apparaissent; les coupes débarrassées des sucres donnent, en effet, les réactions des produits d'hydrolyse de polysaccharides, elles présentent en particulier un fort pouvoir réducteur; 2° la tige et surtout la racine de la plantule contiennent du glucose (glucosazone facile à obtenir), cela en proportion d'autant plus grande que la germination est plus avancée.

La présence dans les cotylédons des graines germées de polysaccharides dès les premiers stades germinatifs permet de penser à une transformation sur place, au moins partielle, des matières oléagineuses en hydrates de carbone; la présence du glucose dans les régions de croissance tend à prouver que ce composé représente la forme essentielle d'utilisation des hydrates de carbone par la cellule végétale au cours de la croissance germinative.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Action des savons sur la toxicité de certains alcaloïdes (cryptoalcaloïdes)*. Note ([2]) de M. **Léon Velluz**, présentée par M. H. Vincent.

Les recherches de M. H. Vincent ([3]) ont établi que les savons peuvent neutraliser, à doses minimes, les toxines microbiennes (cryptotoxines). Je me suis proposé de rechercher si ces corps exercent des propriétés comparables à l'égard de certains poisons cristallisés, chimiquement définis.

J'ai préparé, en premier lieu, du palmitate de strychnine, par la neutralisation réciproque et exacte de l'acide palmitique et de la strychnine, en solutions alcooliques. Cette combinaison est peu toxique : alors que, d'après

([1]) Observation comparable à celles de Leclerc du Sablon, *Rev. Gén. de Bot.*, 1895, p. 145; 1897, p. 1.

([2]) Séance du 23 décembre 1929.

([3]) H. Vincent, *C. R. Soc. Biol.*, 63, 1907, p. 695, etc., *Comptes rendus*, 182, 1926, p. 1037.

mes observations, $2^{mg},5$ de sulfate de strychnine (dans 1^{cm^3}) tuent, en 30 minutes environ, le cobaye de 450^g, l'injection sous-cutanée de 15^{mg} du palmitate, mis en suspension dans 2^{cm^3} d'eau distillée, est sans effet mortel [1]. Mais la solubilité très faible de ce savon de strychnine intervenant ici, j'ai dû utiliser une technique différente pour éliminer ce facteur.

A cet effet des mélanges ont été préparés, renfermant, pour un même taux de sulfate de strychnine neutre (2^g pour 1000), des concentrations croissantes en oléate de sodium ($0^g,02$ à 2^g pour 100). Après une heure de contact, à 37°-38°, on a observé une précipitation pour les concentrations en oléate de sodium comprises entre $0^g,10$ et $0^g,40$ pour 100. En deçà et au delà de ces taux les mélanges restent limpides. Ce « phénomène de zone » est particulièrement net si l'on augmente la viscosité par l'addition de saccharose (25 pour 100). Il est analogue avec le palmitate [2] et le ricinoléate de sodium, et pour diverses concentrations en strychnine. Pour obtenir des effets comparables, j'ai donc étudié la toxicité des mélanges, *non précipités*, correspondant aux taux d'oléate de sodium, inférieurs à $0^g,10$ et supérieurs à $0^g,40$ pour 100. Au taux de 0,05 pour 100, ce savon ne modifie pas sensiblement la dose minima du mélange, mortelle pour un cobaye de 450^g ($1^{cm^3},25$). Au taux de 1 pour 100, et après 24 heures de contact à 37°-38°, l'injection sous-cutanée de 4^{cm^3} provoque les crises convulsives typiques et mortelles, mais $2^{cm^3},5$ du même mélange, c'est-à-dire deux doses mortelles, ne déterminent qu'une légère sensibilité au choc. L'alcaloïde est donc nettement *atténué*.

On peut accroître ce premier effet d'atténuation en ajoutant, à la solution précédente, de l'acide chlorhydrique décinormal, en quantité calculée pour décomposer la moitié de l'oléate de sodium. C'est en utilisant, pour le même but, le barbotage de gaz carbonique, jusqu'à saturation, que j'ai obtenu les meilleurs résultats. On réalise en effet, dans ces conditions, des solutions colloïdales typiques, acides ($pH \neq 5$), avec lesquelles l'injection de quatre doses mortelles est parfaitement tolérée. De telles solutions s'opacifient et floculent par l'addition d'un électrolyte tel que le chlorure de sodium. Parallèlement, et en se limitant au taux de ce sel de 0,9 pour 100, les animaux survivent après injection de *huit doses mortelles*, soit 20^{mg} de

---

(1) La toxicité varie selon qu'on opère sur le produit parfaitement sec, remis en suspension, ou sur le produit précipité de sa solution alcoolique par l'eau, et de ce fait mieux divisé (plus toxique).

(2) On est limité par la faible solubilité de ce savon (à 15° : 0,15 à 0,20 pour 100).

sulfate de strychnine (dans 10$^{cm^3}$). On réalise ainsi une atténuation encore plus importante.

Le ricinoléate de sodium a des propriétés semblables à celles de l'oléate. J'ai observé, en outre, des faits analogues avec le sulfate de vératrine neutre. Le terme de *cryptoalcaloïdes* peut s'appliquer à ceux des alcaloïdes que les savons et les acides gras sont ainsi susceptibles d'atténuer notablement.

Dans le cas de la *cryptostrychnine*, et pour étudier le mécanisme de l'atténuation, j'ai décomposé la totalité du savon par l'acide chlorhydrique décinormal, ou transformé entièrement ce savon en sel calcique, insoluble, par l'addition convenable de chlorure de calcium. Dans les deux cas, la toxicité primitive a sensiblement réapparu. La modification apportée étant donc *réversible*, on ne peut faire intervenir un changement dans la structure chimique.

En conclusion, l'atténuation est conditionnée par deux facteurs essentiels :

1° *La basicité du poison*, qui permet la formation d'un savon. Quelles que soient les concentrations employées, je n'ai pu observer, par exemple, aucune atténuation dans le cas d'une strophantine.

2° *L'insolubilité du savon d'alcaloïde*. C'est ainsi que l'azotate d'aconitine, avec lequel on n'obtient aucune précipitation par l'addition de savons sodiques, conserve toute sa toxicité.

On peut dès lors attribuer l'atténuation au passage, tout au moins partiel, de l'alcaloïde, d'une forme *moléculaire* à une forme *colloïdale*, que réalisent les savons, en excès, par la formation intermédiaire de savons d'alcaloïde insolubles. La diminution des surfaces actives, due à cette transformation micellaire (1) peut expliquer l'atténuation des propriétés physiologiques. Dans un volume multiple, ce qui revient à augmenter les surfaces actives, les propriétés initiales doivent dès lors réapparaître. Cette interprétation paraît en accord avec les faits observés.

---

(1) Cette transformation est particulièrement importante quand on réalise, comme il est dit, les solutions colloïdales acides, additionnées de chlorure de sodium.

MÉDECINE. — *Mécanisme d'action du bistouri électrique à haute fréquence (Étude des effets mécaniques des courants de haute fréquence : leur action hémostatique sur les vaisseaux).* Note [1] de MM. **Ch. Champy** et **M. Heitz-Boyer**, présentée par M. d'Arsonval.

Cette seconde Note est destinée à préciser les causes et les conditions des phénomènes mécaniques d'élongation et de disruption cellulaire produits par les courants à haute fréquence utilisés en action destructive avec une électrode fine; ces phénomènes se manifestent électivement avec les ondes entretenues et les ondes amorties employées en tension forte et en intensité faible.

L'*élongation* paraît déterminée par des phénomènes d'arrachement et de dissociation moléculaire ou micellaire de nature purement mécanique. Si l'on fait agir un des deux courants précités sur un liquide spumeux et visqueux examiné sous microscope, on perçoit immédiatement un effet mécanique par le déplacement radiaire des bulles d'air; l'effet thermique, se manifestant par leur dilatation, ne se produira que secondairement et seulement si l'on insiste. Autre preuve de la priorité et de l'instantanéité de l'action mécanique avec ces courants, c'est que, à condition de sectionner rapidement avec le bistouri électrique, la zone d'élongation est toujours plus étendue que celle de coagulation.

Le phénomène d'élongation affecte particulièrement les noyaux des cellules, non pas à cause de leur nature chimique, mais à cause de leur fluidité plus grande : ainsi, les noyaux condensés et durcis des spermatides ne s'allongent pas. Les cellules végétales, riches en hydroleucytes, sont très sensibles à l'action mécanique du courant, les déplacements ou déformations de leurs vacuoles rompant sans doute les fins trabécules protoplasmiques : une demi-heure après qu'on a sectionné une feuille verte par un courant à ondes entretenues, on voit s'étendre autour des bords de la section une zone de flétrissure qui rappelle les effets de la gelée.

Les divers tissus ne subissent pas l'élongation cellulaire de la même manière : ce sont les tissus mous qui sont le plus nettement affectés, alors que les cellules kératinisées résistent presque complètement. Cependant, les fibres conjonctives subissent assez loin du point de l'application de l'électrode une transformation, qui se traduit par une perte de leur biréfrin-

---

[1] Séance du 23 décembre 1929.

PLANCHE I.

MÉCANISME D'ACTION DU BISTOURI ELECTRIQUE A HAUTE FRÉQUENCE

par MM. CHAMPY et HEITZ-BOYER.

Phénomènes d'élongation et d'éclatement.



Fig. 1. — Tumeur épithéliale de la vessie :
état normal avant l'attaque par la haute fréquence

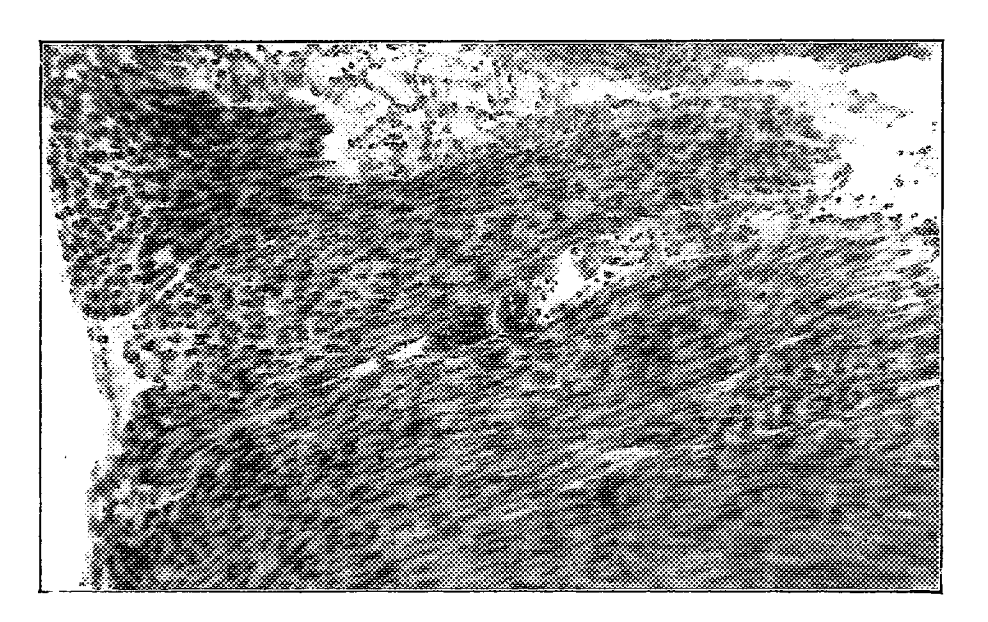


Fig. 2. — Même tumeur de vessie : élongation brutale et étendue en profondeur
des éléments du tissu, notamment des noyaux cellulaires, par l'étincelle à ondes amorties.

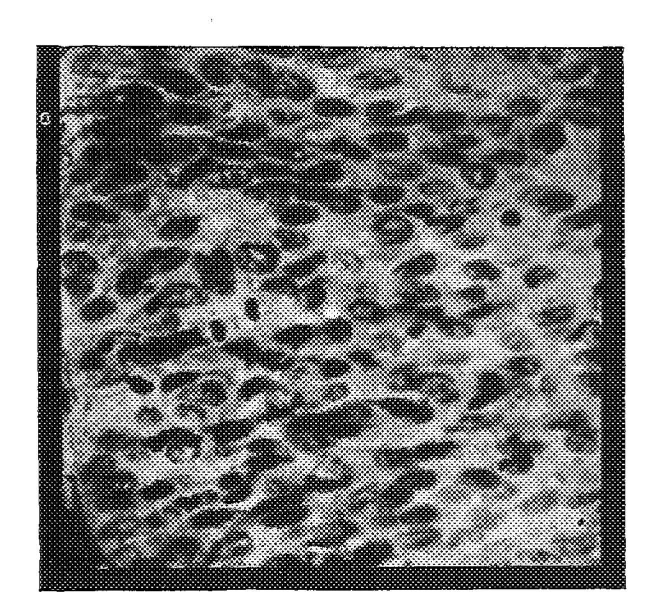


Fig. 3. — Même tumeur que dans la figure 1, avant l'étincelage, vue à fort grossissement.

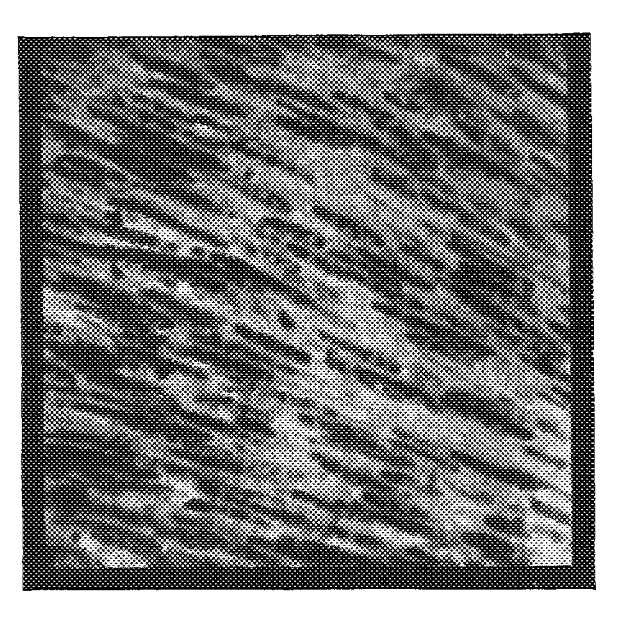


Fig. 4. — Même tumeur, toujours à fort grossissement, après l'étincelage de haute fréquence; on voit nettement les noyaux étirés.

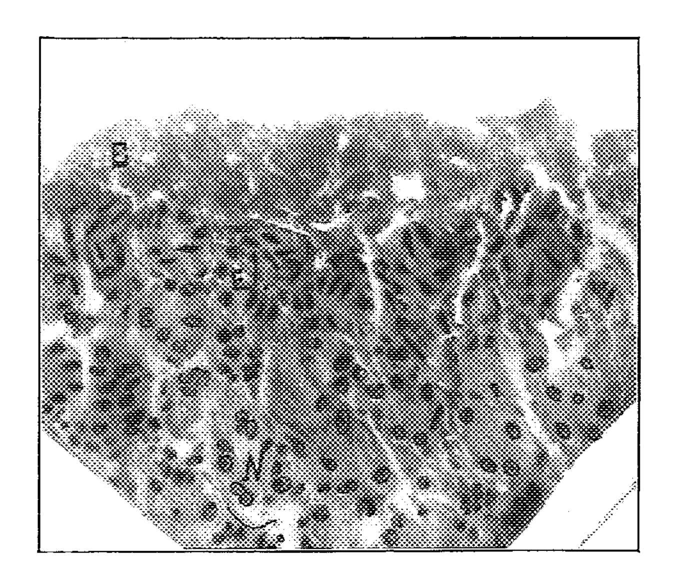


Fig. 5. — Coupe de rein sectionné au bistouri électrique de haute fréquence à ondes entretenues *immédiatement après l'opération*; faible grossissement. — E, zone d'éclatement et de dislocation cellulaire très réduite (environ l'épaisseur d'un tube urinaire); E', zone d'élongation des cellules, très limitée; N, tissu normal sans altérations, ce qui prouve le peu de profondeur de destruction réalisée par les ondes entretenues.

PLANCHE II.

MÉCANISME D'ACTION DU BISTOURI ÉLECTRIQUE A HAUTE FRÉQUENCE

par MM. CHAMPY et HEITZ-BOYER.

Phénomènes d'élongation et d'éclatement (suite), leur propagation à distance dans les vaisseaux.



Fig. 6. — Même coupe de rein sectionné au bistouri électrique de haute fréquence à ondes entretenues, fort grossissement. — Tout en haut de la figure, zone minime détruite par coagulation thermique, où les cellules ne sont plus reconnaissables. Au-dessous, tube du rein où les cellules sont éclatées, mais encore reconnaissables, dont quelques-unes à droite très étirées. Tout en bas, un tube urinaire resté intact, qui montre encore mieux la limitation stricte d'action en profondeur, caractéristique des ondes entretenues : l'ensemble de la zone détruite ne dépasse pas 4 à 5 µ.

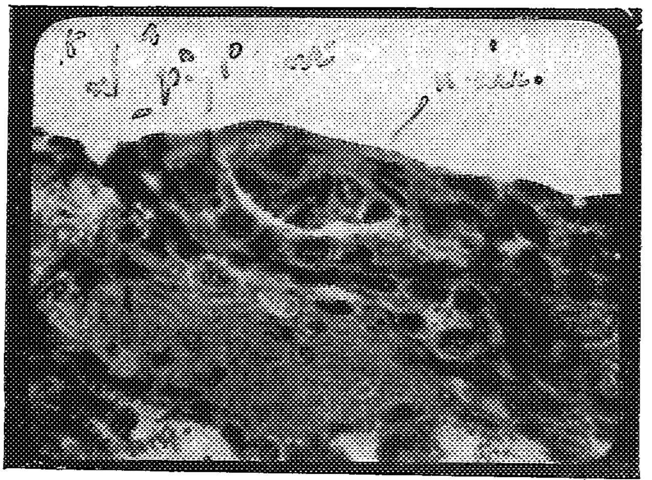


Fig. 7. — Coupe du même rein sectionné par le bistouri électrique *après cicatrisation.* — La couche détruite et cicatricielle se réduit à 1 ou 2 µ, et immédiatement au-dessous d'elle, un tube urinaire en voie de réparation : ses cellules « allongées et disloquées » n'ont pas été résorbées, elles persistent comme un corps étranger bien toléré.

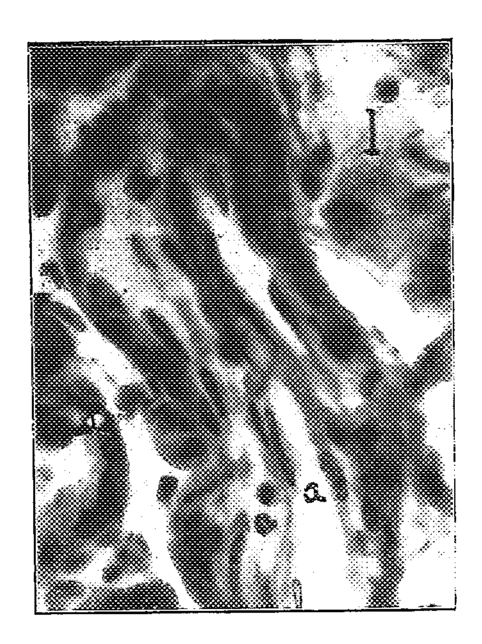




Fig. 8 et 9. — Arrachement des endothéliums vasculaires *à distance* du point de section par les ondes entretenues. — Alors que dans les tissus la zone d'élongation est réduite à 15, 20 μ en moyenne, le phénomène s'étend le long des veines liquides de 1/2 à 1^{mm}. I est un vaisseau d'un angiome sectionné au bistouri à ondes entretenues à environ 500 μ de la surface : arrachement et élongation violente des cellules de la paroi interne du vaisseau (*a*). II montre à environ 1^{mm} de la section une action moins brutale, mais ayant encore provoqué l'arrachement des cellules endothéliales.

gence en lumière polarisée, c'est-à-dire par une destruction de l'orientation moléculaire ou micellaire caractérisant leur structure normale; ceci explique la facile section obtenue par le bistouri à ondes entretenues sur un tissu conjonctif même très dur (tendon) : la résistance de ce tissu étant due à son orientation micellaire, c'est celle-ci qui se trouve détruite par l'action du courant. Cette sensibilité du tissu conjonctif explique la facilité de dissection obtenue par le bistouri à ondes entretenues (¹), qui crée presque électivement des zones de séparation.

Les phénomènes de *disruption* des cellules se produisent seulement au contact immédiat de l'électrode dans la zone marginale de la section, dont ils sont le facteur causal essentiel : il y a là une bordure toute superficielle de cellules éclatées. C'est un processus qui nous semble du même ordre que celui d'élongation; seulement l'action mécanique est ici beaucoup plus intense et brutale allant jusqu'à une désorganisation complète de tous les éléments des tissus.

Une autre preuve que ces deux phénomènes, disruption constatée au contact même de l'électrode, orientation nouvelle en étirement se produisant à distance, sont des phénomènes de cause mécanique, c'est que dans un organe hétérogène, l'élongation s'étend beaucoup plus loin le long des veines liquides : conduits glandulaires et vaisseaux sanguins. On peut supposer qu'elles conduisent mieux le courant; nous pensons que surtout, comme toute colonne liquide, elles transmettent à distance les ébranlements mécaniques avec le minimum d'élasticité.

L'attrition des parois vasculaires ainsi produite à distance et qu'on peut aisément constater sur les préparations microscopiques, libère la plasmase des cellules et explique ainsi l'action hémostatique remarquable et particulière obtenue dans les sections chirurgicales données par les appareils à ondes entretenues, en dehors des phénomènes de coagulation thermique appréciables, qui sont d'ailleurs pratiquement inexistants lorsque la section est faite rapidement. Cette hémostase n'est pas immédiate, elle apparaît au bout de quelques minutes, c'est-à-dire après le temps nécessaire pour produire la coagulation par plasmase. Cette hémostase *secondaire*, totalement différente de l'hémostase instantanée produite par coagulation thermique, mérite d'être appelée « précoce ».

Elle se complète d'ailleurs ensuite, non seulement par l'organisation du

(¹) L'un de nous a insisté dans une série de Notes à la Société de Chirurgie sur cette action disséquante remarquable du bistouri à haute fréquence.

caillot, mais également par la rétraction autour du vaisseau thrombosé de manchons périvasculaires de cellules étirées et attirées vers la lumière des vaisseaux, manchons constatés à distance de la section produite par l'électrode. Cette double hémostase secondaire, précoce et tardive, constituerait un gros avantage de sécurité post-opératoire en faveur du bistouri à haute fréquence à ondes entretenues.

MÉDECINE. — *Technique nouvelle de perfusion sanguine.* Note (¹) de MM. **Léon Binet** et **Charles Mayer**, présentée par M. Achard.

Déjà l'un de nous a montré les avantages pratiques que présentait pour certaines interventions médicales l'appareil dit *évacuateur.*

Cet appareil est dérivé de la seringue Louis Jubé avec, comme modification principale, l'introduction d'un mouvement de rotation venant remplacer un mouvement de va-et-vient.

Cette modification a permis d'adapter l'appareil sur un moteur électrique, d'où la possibilité d'assurer un fonctionnement continu pendant un temps très prolongé et de réaliser ainsi une sorte de cœur artificiel, envoyant rythmiquement, avec une fréquence réglable, une quantité toujours égale de liquide (sang citraté ou sang défibriné).

Ces avantages nous ont permis de réaliser une première série de recherches physiologiques sur la perfusion de divers organes. Les résultats obtenus nous semblent devoir retenir l'attention des expérimentateurs.

La préparation « cœur artificiel-poumons » est particulièrement pratique, et c'est sur elle que seront branchées les autres préparations, en vue d'irriguer avec du sang artérialisé un organe ou une région.

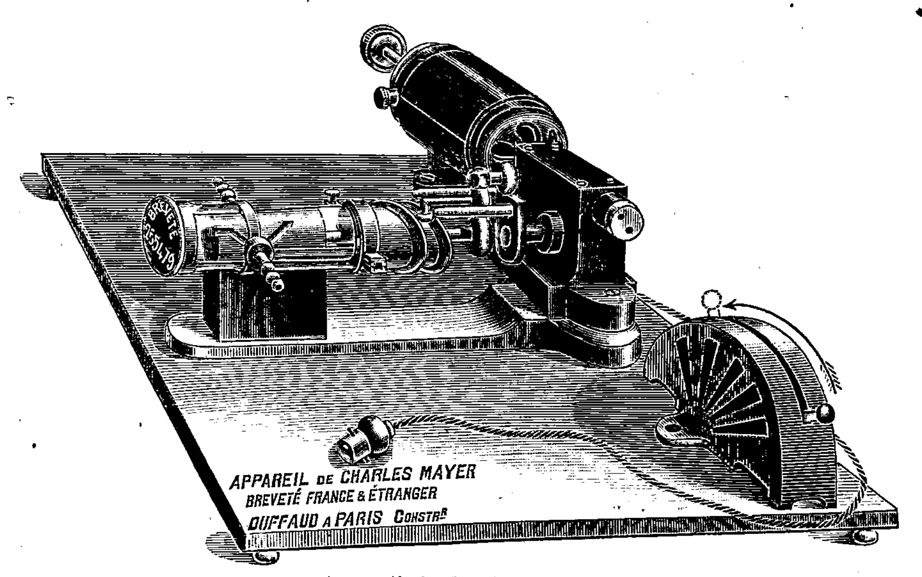
1° *Préparation du système cœur-poumons.* — Après avoir installé chez un chien la respiration artificielle, de préférence avec un appareil à air chaud, on introduit dans l'artère pulmonaire une canule de verre qui reçoit le sang de l'appareil perfuseur. D'autre part, une canule obturant l'orifice auriculo-ventriculaire gauche collecte le sang des veines pulmonaires.

Ainsi, dans les deux poumons artificiellement ventilés, se trouve réalisée une circulation sanguine artificiellement entretenue grâce à la projection rythmique dans l'artère pulmonaire de sang citraté ou défibriné pris dans un réservoir.

(¹) Séance du 23 décembre 1929.

Dans les deux réservoirs du perfuseur réchauffés. l'un et l'autre, se trouveront ainsi d'une part, le sang du cœur droit et d'autre part, le sang du cœur gauche, et il sera ainsi remarquablement facile de faire des prises de sang en vue d'effectuer des examens biochimiques.

2° *Préparation du système cœur-poumons-organe.* — Sur ce premier



Appareil de Charles Mayer.
Brevet Charles Mayer avec licence du brevet Louis Jubé.

système qui réalise en somme la petite circulation, il est facile de brancher un deuxième perfuseur qui va lancer dans un organe (rein) ou dans une région de l'organisme le sang artérialisé provenant du premier système. Nous avons pu ainsi brancher sur la première préparation un rein isolé qui a présenté une sécrétion abondante d'urine.

Il est nécessaire d'introduire dans ce deuxième système une voie de dérivation dont le débit est à régler d'après l'étendue du champ de perfusion, afin que la circulation sanguine dans l'organe envisagé se fasse sous une tension physiologique.

Une telle technique, assurant d'une façon prolongée la perfusion d'un organe isolé ou d'une région entière avec un sang réchauffé et normalement oxygéné, nous semble particulièrement pratique.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Mode de transmission de l'érythème polymorphe aigu épidémique.* Note (¹) de MM. C. **Levaditi** et **F. R. Selbie**, présentée par M. F. Mesnil.

Levaditi, Nicolau et Poincloux (²) ont découvert l'agent étiologique de certaines formes d'érythème polymorphe infectieux aigu accompagné de polyarthrite : le *Streptobacillus moniliformis* (14 avril 1925). En février 1926, Parker et Hudson (³) ont confirmé cette découverte à l'occasion d'une épidémie d'érythème polymorphe avec polyarthrite, ayant sévi à Haverhill (Massachussetts). Le *Streptobacillus moniliformis*, dont Levaditi et ses collaborateurs ont précisé la morphologie, les caractères culturaux et la virulence, a été isolé chez l'homme du sang, des papules cutanées et du liquide articulaire. Or on ne connaissait pas jusqu'à présent le mode de transmission de la maladie; des observations récentes nous ont permis d'entrevoir un de ces modes de transmission possible.

Au cours de nos études, nous avons été amenés à injecter, par voie intrapéritonéale, à quatre souris neuves, d'une part le sang, d'autre part une émulsion de névraxe d'une souris, en apparence bien portante, ayant servi à des expériences antérieures. Les deux animaux injectés avec le sang sont restés indemnes, alors que le douzième jour, les deux souris ayant reçu l'émulsion névraxique ont montré une polyarthrite généralisée.

Souris 1. — Arthrite du tarse et du métatarse des membres postérieurs. Sacrifiée le 12ᵉ jour. Les cultures où l'inoculation du liquide articulaire et de la rate permettent d'isoler, à l'état pur, le *Streptobacillus moniliformis.*

Souris 2. — Polyarthrite généralisée de toutes les articulations des membres, des articulations intervertébrales de la région dorsale, de toutes les articulations de l'appendice caudal, morte le 20ᵉ jour. Ici également les cultures du sang du cœur et du liquide de certaines articulations ont permis d'isoler, à l'état pur, le *Streptobacillus moniliformis.*

Il s'agit donc d'une infection spontanée des souris provoquée par l'agent étiologique de l'érythème polymorphe arthropathique infectieux et caractérisée par une septicémie et une polyarthrite généralisée. Les cultures du sang du cœur de la souris n° 2, faites en bouillon-sérum de cheval, offraient

(¹) Séance du 23 décembre 1929.

(²) Levaditi, Nicolau et Poincloux, *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1188.

(³) Parker et Hudson, *Amer. Jl. of Pathology*, 2, 1926, p. 357.

l'aspect caractéristique constaté dans l'hémoculture chez l'homme : colonies isolées, opaques, incluses dans le caillot de fibrine. La maladie est transmissible à la souris par inoculation, soit du liquide articulaire, soit des cultures, dans le péritoine, sous la peau ou par voie intra-articulaire. La mort survient après un délai variable à partir de 48 heures, avec généralisation du microbe et reproduction des polyarthrites. Chez les souris infectées spontanément, ou inoculées, l'articulation atteinte montre sur coupes des lésions inflammatoires à monocytes, à fibroblastes et surtout à polynucléaires, ainsi que la présence du *Streptobacillus moniliformis*. L'inoculation de ce streptobacille au lapin fournit des résultats comparables à ceux enregistrés par Levaditi, Nicolau et Poincloux avec la souche humaine.

Ces données nous autorisent à attribuer aux rongeurs, et en particulier à la souris, un rôle effectif dans la transmission de l'infection à l'homme. Ces rongeurs peuvent, en effet, être un réservoir de virus, la contamination de l'homme s'effectuant par la souillure des aliments, au moyen de l'urine et des matières fécales, lesquelles, d'après nos recherches, contiennent le *Streptobacillus moniliformis*. Ce qui, en outre, plaide en faveur de cette hypothèse, c'est d'abord le fait que le malade de notre première observation, assistant du Laboratoire, avait travaillé, pendant plusieurs semaines et jusqu'à la veille de sa maladie, surtout avec des souris; ensuite, cet autre fait que l'épidémie de Haverhill était confinée à une surface restreinte, le long d'une rivière d'un demi-mille environ, comprenant deux rues parallèles. Les sujets atteints, des Lithuaniens, des Polonais et des Italiens, vivaient dans des conditions très précaires. Ce sont là des circonstances qui cadrent parfaitement avec une transmissiou de l'infection par les rongeurs.

Conclusion. — *La souris est sujette à une polyarthrite infectieuse généralisée spontanée provoquée par le* Streptobacillus moniliformis, *agent pathogène de certains érythèmes polymorphes infectieux, contagieux et épidémiques. Elle semble jouer un rôle important en tant que réservoir de virus et agent de transmission de la maladie.*

M. **Bernard J. Dubos** adresse une Note intitulée *Création et utilisation industrielle de tourbillons atmosphériques et des trombes dans les régions chaudes et tempérées.*

La séance est levée à 15h40m.

É. P.

ERRATA.

(Séance du 18 novembre 1929.)

Note de M. *A. Lokchine*, Sur la flexion d'une poutre anisotrope :

Page 841, ligne 4, *au lieu de* $-\frac{2\alpha_0}{a_2}z^2$, *lire* $-\frac{2\alpha_0}{\alpha_2}z^2$.

(Séance du 2 décembre 1929.)

Note de M. *Marcel Chopin*, Sur l'écoulement des gaz à travers un orifice en mince paroi, à des températures variables :

Page 981, ligne 9, *au lieu de* orifice de 5^{mm} de diamètre, *lire* orifice de 6^{mm} de diamètre.

(Séance du 9 décembre 1929.)

Note de M. *A. Demoulin*, Sur la théorie des réseaux :

Page 1053, ligne 10, *au lieu de* Γ, *lire* L; ligne 25, *au lieu de* $(p < n - 1$, *lire* $p < n - 1$; ligne 30, *au lieu de* (i'), *lire* $(i)'$.

Page 1054 : 1° le renvoi de la note du bas de la page (¹), placé dans le corps du paragraphe 5, aurait dû être placé après le dernier mot du paragraphe 4; 2° la note bibliographique entre crochets placée dans le corps du paragraphe 4 devrait se trouver à la place du renvoi (¹) imprimé à tort dans le corps du paragraphe 5; 3° ligne 27, *au lieu de* et O. *lire* est O,; 4° dans la note du bas de la page, *au lieu de* quadratiques, *lire* quadriques.

FIN DU TOME CENT-QUATRE-VINGT-NEUVIÈME.

LISTE DES PÉRIODIQUES FRANÇAIS

EXCLUSIVEMENT OU OCCASIONNELLEMENT SCIENTIFIQUES

Les abréviations sont celles adoptées par la COMMISSION DU RÉPERTOIRE DE BIBLIOGRAPHIE SCIENTIFIQUE *pour la* BIBLIOGRAPHIE SCIENTIFIQUE FRANÇAISE, *et dont l'usage est recommandé pour les* COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE.

TITRE DU PÉRIODIQUE.	TITRE ABRÉGÉ DU PÉRIODIQUE.
A	
L'Abeille, journal d'entomologie, Paris.	Abeille, Paris.
L'Abeille d'Étampes, Étampes.	Abeille d'Étampes, Étampes.
Académie de marine. Comptes rendus, Paris.	Acad. marine, C. R., Paris.
Académie des sciences coloniales. Annales, Paris.	Acad. sci. colon., Ann., Paris.
Académie des sciences coloniales. Compte rendu des Séances et Communications, Paris.	Acad. sci. colon., C. R., Paris.
Actes du Muséum d'histoire naturelle, Rouen.	Actes Muséum hist. nat., Rouen.
Actes de la Société linnéenne de Bordeaux.	Actes Soc. linn., Bordeaux.
Afrique française, Bulletin mensuel du Comité de l'Afrique française, du Comité du Maroc, du Comité Algérie-Tunisie-Maroc, et du Comité du Transsaharien, Paris.	Afrique française, Bul. mens., Paris.
Afrique française, Renseignements coloniaux et documents publiés par le Comité de l'Afrique française, le Comité du Maroc, le Comité Algérie-Tunisie-Maroc et le Comité du Transsaharien, Paris.	Afrique française. Rens. colon., Paris.
Afrique du Nord illustrée, Paris.	Afrique du Nord, Paris.
L'Agriculture de l'Ouest, Angers.	Agriculture ouest, Angers.
Agriculture moderne, Paris.	Agricult. moderne, Paris.
Agriculture nouvelle, Paris.	Agricult. nouvelle, Paris.
L'Agronomie coloniale, Paris.	Agronomie coloniale, Paris.
Alauda, revue d'ornithologie, Dijon.	Alauda, Dijon.
A l'aventure, Paris.	A l'aventure, Paris.
L'Ami des sciences naturelles, Rouen.	Ami. sci. nat., Rouen.
L'Amour de l'Art, Paris.	Amour de l'Art, Paris.
L'Anjou vinicole, Angers.	Anjou vinicole, Angers.
Annales de l'Académie de Mâcon.	Ann. Acad., Mâcon.
Annales d'anatomie pathologique et d'anatomie normale médico-chirurgicale, Paris.	Ann. anat. pathol. et anat. normale, médico-chir., Paris.
Les Annales apostoliques, Paris.	Ann. apostoliques, Paris.

TITRE DU PÉRIODIQUE.	TITRE ABRÉGÉ DU PÉRIODIQUE.
Annales des Basses-Alpes, Digne.	Ann. Basses-Alpes, Digne.
Annales de la brasserie et de la distillerie, Paris.	Ann. brasserie, Paris.
Annales de Bretagne, Rennes.	Ann. Bretagne, Rennes.
Annales du Bureau des longitudes et de l'Observatoire astronomique de Montsouris, Paris.	Ann. Bur. longit., Paris.
Annales de chimie, Paris.	Ann. chim., Paris.
Annales de chimie analytique et de chimie appliquée et revue de chimie analytique réunies, Paris.	Ann. chim. analyt., Paris.
Les Annales coloniales, Paris.	Ann. colon., Paris.
Annales des combustibles liquides, Paris.	Ann. combust. liquides, Paris.
Annales de cryptogamie exotique, Paris.	Ann. cryptogamie exot., Paris.
Annales de dermatologie et de syphiligraphie, Paris.	Ann. dermatol. et syphiligr., Paris.
Annales de la drogue, Paris.	Ann. drogue, Paris.
Annales de l'École nationale d'agriculture de Grignon.	Ann. École nat. agricult., Grignon.
Annales de l'École nationale d'agriculture de Montpellier.	Ann. École nat. agricult., Montpellier.
Annales de l'Ecole nationale des eaux et forêts et de la station des recherches et expériences forestières, Nancy.	Ann. Ecole nat. eaux et forêts, Nancy.
Annales scientifiques de l'École normale supérieure, Paris.	Ann. École norm., Paris.
Annales des épiphyties, Paris.	Ann. épiphyt., Paris.
Annales de la Faculté des sciences de Marseille.	Ann. Fac. sci., Marseille.
Annales de la Faculté des sciences de Toulouse.	Ann. Fac. sci., Toulouse.
Annales de géographie, Paris.	Ann. géogr., Paris.
Annales de la houille blanche française.	Ann. houille blanche française, Paris.
Annales hydrographiques, recueil de documents et mémoires relatifs à l'hydrographie et à la navigation publiées au Service hydrographique de la marine par le Service des instructions nautiques.	Ann. hydrogr., Paris.
Annales d'hygiène et de médecine coloniales, Paris.	Ann. hygiène, méd. colon., Paris.
Annales d'hygiène publique, industrielle et sociale, Paris.	Ann. hygiène publ. indust. sociale, Paris.
Annales de l'Institut national agronomique, Paris.	Ann. Inst. agron., Paris.
Annales de l'Institut colonial, Marseille.	Ann. Inst. colon., Marseille.
Annales de l'Institut d'hydrologie et de climatologie. Collège de France, Paris.	Ann. Inst. hydrol. et climat., Paris.
Annales de l'Institut océanographique, Paris.	Ann. Inst. océan., Paris.
Annales de l'Institut Pasteur, Paris.	Ann. Inst. Pasteur, Paris.
Annales de l'Institut de physique du globe de l'Université de Paris et du Bureau central de magnétisme terrestre, Paris.	Ann. Inst. phys. Globe, Paris.
Annales des maladies des oreilles, larynx, nez et pharynx, Paris.	Ann. maladies oreilles, larynx, nez et pharynx, Paris.
Annales de médecine, Paris.	Ann. médecine, Paris.
Annales de médecine et de pharmacie coloniales, Paris.	Ann. méd. pharm. colon., Paris.

TITRE DU PÉRIODIQUE.	TITRE ABRÉGÉ DU PÉRIODIQUE.
Annales du Midi, Toulouse.	Ann. Midi, Toulouse.
Annales des mines, Paris.	Ann. mines, Paris.
Annales du Musée colonial de Marseille, Marseille.	Ann. Musée colon., Marseille.
Annales du Musée géologique du Boulonnais, Boulogne-sur-Mer.	Ann. Musée géol. Boulonnais, Boulogne-sur-Mer.
Annales du Musée Guimet, Paris.	Ann. Musée Guimet, Paris.
Annales du Musée d'histoire naturelle, Lyon.	Ann. Musée hist. nat., Lyon.
Annales du Musée d'histoire naturelle de Marseille.	Ann. Muséum hist. nat., Marseille.
Annales de l'Observatoire de Bordeaux.	Ann. Obs., Bordeaux.
Annales de l'Observatoire de Ksara (Liban).	Ann. Obs. Ksara.
Annales de l'Observatoire de Nice, Paris.	Ann. Obs. Nice, Paris.
Annales de l'Observatoire de Paris. 1re série, Mémoires; 2e série, Observations, Paris.	Ann. Obs. Paris.
Annales de l'Observatoire astronomique, météorologique et magnétique de Toulouse, Paris.	Ann. Obs. Toulouse, Paris.
Annales d'oculistique, Paris.	Ann. oculist., Paris.
Annales de l'Office national des carburants liquides, Paris.	Ann. Office national carbur. liquides, Paris.
Annales de paléontologie, Paris.	Ann. paléont., Paris.
Annales de parasitologie humaine et comparée, Paris.	Ann. parasit., Paris.
Annales de physiologie et de physico-chimie biologique, Paris.	Ann. physiol., Paris.
Annales de physique.	Ann. phys., Paris.
Annales de la Propagation de la Foi, Lyon.	Ann. propag. Foi, Lyon.
Annales de protistologie, Paris.	Ann. protist., Paris.
Annales des sciences agronomiques, Paris.	Ann. sci. agron., Paris.
Annales des sciences naturelles (botanique), Paris.	Ann. sci. nat. (bot.), Paris.
Annales des sciences naturelles (paléontologie), Paris.	Ann. sci. nat. (paléont.), Paris.
Annales des sciences naturelles (zoologie), Paris.	Ann. sci. nat. (zool.), Paris.
Annales du Service botanique de Tunisie, Tunis.	Ann. Serv. bot. Tunisie, Tunis.
Annales des Services techniques d'hygiène de la Ville de Paris (Météorologie).	Ann. Serv. techn. hygiène Ville (météor.) Paris.
Annales de la Société d'agriculture, sciences, arts et commerce de la Charente (Angoulême).	Ann. Soc. agricult. sci., arts, Angoulême.
Annales de la Société d'agriculture, sciences et industrie de Lyon.	Ann. Soc. agricult. sci., indust., Lyon.
Annales de la Société botanique, Lyon.	Ann. Soc. bot., Lyon.
Annales de la Société d'émulation et d'agriculture (lettres, sciences et arts de l'Ain), Bourg.	Ann. Soc. émul. agricult., Bourg.
Annales de la Société d'émulation des Vosges, Épinal.	Ann. Soc. émul. Vosges, Épinal.
Annales de la Société entomologique de France, Paris.	Ann. Soc. ent., Paris.
Annales de la Société géologique du Nord, Lille.	Ann. Soc. géol. Nord, Lille.
Annales de la Société d'histoire naturelle de Toulon.	Ann. Soc. hist. nat., Toulon.
Annales de la Société horticole, vigneronne et forestière, Troyes.	Ann. Soc. hortic. vigner. forest., Troyes.
Annales de la Société d'horticulture d'Angers et du département de Maine-et-Loire, Angers.	Ann. Soc. horticult., Angers.
Annales de la Société d'horticulture et d'histoire naturelle de l'Hérault, Montpellier.	Ann. Soc. horticult. hist. nat., Montpellier.

TITRE DU PÉRIODIQUE.	TITRE ABRÉGÉ DU PÉRIODIQUE.
Annales de la Société des lettres, sciences et arts des Alpes-Maritimes, Nice.	Ann. Soc. lettres, sci., arts, Nice.
Annales de la Société linnéenne de Maine-et-Loire, Angers.	Ann. Soc. linn., Angers.
Annales de la Société linnéenne de Lyon.	Ann. Soc. linn., Lyon.
Annales de la Société des sciences naturelles de la Charente-Inférieure, La Rochelle.	Ann. Soc. sci. nat. Charente-Inférieure, La Rochelle.
Annales de la Société des touristes du Dauphiné, Grenoble.	Ann. Soc. touristes Dauphiné, Grenoble.
Annales de l'Université de Grenoble, Paris.	Ann. Univ. Grenoble, Paris.
Annales de l'Université de Lyon.	Ann. Univ., Lyon.
L'Année psychologique, Paris.	Ann. psychol., Paris.
Annuaire pour l'an publié par le Bureau des Longitudes, Paris.	Annu. Bur. Longit., Paris.
Annuaire de l'École pratique des Hautes-Études (Section des Sciences religieuses), Paris.	Annu. Éc. pratique Hautes-Études Paris.
Annuaire de l'Institut de physique du globe de l'Université de Strasbourg. I. Météorologie; II. Séismologie, Strasbourg.	Annu. Inst. phys. Globe, Strasbourg.
L'Anthropologie, Paris.	Anthropologie, Paris.
Apiculture, Paris.	Apiculture, Paris.
Archives d'anatomie, d'histologie et d'embryologie, Strasbourg.	Arch. anat. hist. embryol., Strasbourg.
Archives d'anatomie microscopique, Paris.	Arch. anat. microsc., Paris.
Archives de botanique, Bulletin mensuel, Caen.	Arch. bot. Bul. mens., Caen.
Archives de botanique, Mémoires, Caen.	Arch. bot. Mémoires, Caen.
Archives botaniques du Nord de la France, Lille.	Arch. bot., Lille.
Archives de botanique, Paris.	Arch. bot., Paris.
Archives de l'Institut Pasteur d'Algérie, Alger.	Arch. Inst. Pasteur, Algérie, Alger.
Archives de l'Institut Pasteur d'Indochine, Saïgon.	Arch. Inst. Pasteur Indochine, Saïgon.
Archives de l'Institut Pasteur de Tunis, Tunis.	Arch. Inst. Pasteur, Tunis.
Archives internationales de médecine expérimentale, Paris.	Arch. intern. méd. expérim., Paris.
Archives des maladies du cœur, Paris.	Arch. maladies cœur, Paris.
Archives des maladies du rein et des organes génito-urinaires, Paris.	Arch. maladies rein, Paris.
Archives de médecine et de pharmacie navales, Paris.	Arch. méd. pharm. navales, Paris.
Archives de morphologie générale et expérimentale, Paris.	Arch. morph. gén. expér., Paris.
Archives du Muséum d'histoire naturelle, Lyon.	Arch. Mus. hist. nat., Lyon.
Archives du Muséum d'histoire naturelle, Paris.	Arch. Mus. hist. nat., Paris.
Archives de paléontologie humaine, Paris.	Arch. paléont. humaine, Paris.
Archives de zoologie expérimentale et générale, Paris.	Arch. zool., Paris.
Aristote, Paris.	Aristote, Paris.
L'Armée d'Afrique, Alger.	Armée d'Afrique, Alger.
Armée, marine et colonies, Paris.	Armée, marine et colonies, Paris.
Art et décoration, Paris.	Art et décoration, Paris.
L'Art vivant, Paris.	Art vivant, Paris.

TITRE DU PÉRIODIQUE.	TITRE ABRÉGÉ DU PÉRIODIQUE.
Arvernia, revue d'Auvergne, Clermont-Ferrand.	Arvernia, Clermont-Ferrand.
L'Asie française, Bulletin du Comité de l'Asie française, Paris.	Asie française, Paris.
Association française pour l'étude du cancer, Paris.	Ass. franç. étude cancer, Paris.
Association régionale pour le développement des recherches de paléontologie humaine et des préhistoires, Lyon.	Ass. région, dévelop. recherches paléont. hum. et préhist., Lyon.
L'Astronomie, revue mensuelle d'astronomie, de météorologie et de physique du globe et bulletin de la Société astronomique de France, Paris.	Bul. Soc. astr. France, Paris.
L'Autre France, Paris.	Autre France, Paris.

B

Bibliographie des sciences géologiques, Paris.	Bibl. sci. géol., Paris.
Le Botaniste, Paris.	Botaniste, Paris.
Bulletin de l'Académie delphinale, Grenoble.	Bul. Acad. delphinale, Grenoble.
Bulletin de l'Académie d'Hippone.	Bul. Acad. Hippone.
Bulletin de l'Académie des lettres, sciences et arts de Montpellier.	Bul. Acad. lettres, sci., arts, Montpellier.
Bulletin de l'Académie malgache, Tananarive.	Bul. Acad. malgache, Tananarive.
Bulletin de l'Académie de médecine, Paris.	Bul. Acad. méd., Paris.
Bulletin de l'Académie des sciences, belles-lettres et arts de Rouen.	Bul. Acad. sci., belles-lettres et arts, Rouen.
Bulletin de l'Agence économique de l'Afrique Occidentale française, Paris.	Bul. agence écon. AOF, Paris.
Bulletin de l'Agence économique de l'Indo-Chine, Paris.	Bul. Agence écon. Indo-Chine, Paris.
Bulletin de l'Agence économique des pays africains sous-mandat, Paris.	Bul. agence écon. pays-africains sous-mandat, Paris.
Bulletin de l'Agence générale des colonies, Paris.	Bul. agence génér. colonies, Paris.
Bulletin agricole de l'Algérie, Tunisie, Maroc, Alger.	Bul. agric. Algérie-Tunisie-Maroc, Alger.
Bulletin agricole de l'Institut scientifique de Saïgon.	Bul. agric. Inst. sci., Saïgon.
Bulletin des amis du Vieux-Hué, Hanoï-Haïphong.	Bul. amis Vieux-Hué, Hanoï-Haiphong.
Bulletin archéologique du Comité des travaux historiques et scientifiques, Paris.	Bul. archéol. Comité trav. hist. sci., Paris.
Bulletin archéologique du Musée Guimet, Paris.	Bul. archéol. Musée Guimet, Paris.
Bulletin de l'Association des chimistes de sucrerie et de distillerie de France et des colonies, Paris.	Bul. ass. chim. sucrerie, distillerie, Paris.
Bulletin de l'Association cotonnière, Paris.	Bull. ass. coton., Paris.
Bulletin de l'Association des géographes français, Paris.	Bul. ass. géogr. français, Paris.
Bulletin de l'Association des naturalistes de la Vallée du Loing, Moret.	Bul. ass. natural. vallée du Loing, Moret.
Bulletin de l'Association philomathique d'Alsace et de Lorraine, Saverne.	Bul. ass. philom. Alsace-et-Lorraine, Saverne.
Bulletin de l'Association philomathique d'Alsace et de Lorraine, Strasbourg.	Bul. ass. philom. Alsace-et-Lorraine, Strasbourg.

TITRE DU PÉRIODIQUE.	TITRE ABRÉGÉ DU PÉRIODIQUE.
Bulletin astronomique publié par l'Observatoire de Paris. 1re partie, Mémoires et variétés; 2e partie, Revue générale des travaux astronomiques, Paris.	Bul. astron. Obs., Paris.
Bulletin biologique de la France et de la Belgique, Paris.	Bul. biol. France-Belgique, Paris.
Bulletin de la carte géologique de l'Algérie, Alger.	Bul. carte géol. Algérie, Alger.
Bulletin du Comité des études historiques et scientifiques de l'Afrique occidentale française, Paris.	Bul. com. étude hist. sci. A. O. F., Paris.
Bulletin de la Commission des antiquités de la Seine-Inférieure, Rouen.	Bul. commission antiquités, Rouen.
Bulletin de la Commission des antiquités et des arts, Versailles.	Bul. commission antiquités, Versailles.
Bulletin de la Diana de Montbrison.	Bul. Diana, Montbrison.
Bulletin des études de l'École d'agriculture de Montpellier.	Bul. école agricult., Montpellier.
Bulletin de l'École française d'Extrême-Orient, Hanoï.	Bul. école française Extrême-Orient, Hanoï.
Bulletin économique de l'Afrique équatoriale française, Paris.	Bul. écon. A. E. F., Paris.
Bulletin économique de l'Indochine, Hanoï-Haïphong.	Bul. écon. Indochine, Hanoï-Haïphong.
Bulletin économique de Madagascar, Tananarive.	Bul. écon. Madagascar, Tananarive.
Bulletin de l'enseignement public du Maroc, Paris.	Bul. enseign. public Maroc, Paris.
Bulletin géodésique comprenant les comptes rendus des Assemblées générales de la Section de géodésie de l'Union géodésique et géophysique internationales, Paris.	Bul. géodésique, Paris.
Bulletin hispanique, Bordeaux.	Bul. hispan., Bordeaux.
Bulletin d'histologie appliquée à la technique microscopique, Paris.	Bul. histol. appliquée, Paris.
Bulletin historique, scientifique, artistique, agricole illustré de la Haute-Loire, Le Puy.	Bul. hist. sci., Le Puy.
Bulletin de l'Institut colonial et agricole de Nancy.	Bul. Inst. col. agric., Nancy.
Bulletin de l'Institut d'Égypte, Le Caire.	Bul. Inst. Égypte, Le Caire.
Bulletin de l'Institut français d'archéologie orientale, Le Caire.	Bul. Inst. franç. archéol. orient., Le Caire.
Bulletin de l'Institut océanographique, Monaco.	Bul. Inst. océan., Monaco.
Bulletin de l'Institut Pasteur, Paris.	Bul. Inst. Pasteur, Paris
Bulletin de l'Institut du Pin, Bordeaux.	Bul. Inst. Pin, Bordeaux.
Bulletin de l'Institut général psychologique, Paris.	Bul. Inst. psychol., Paris.
Bulletin de la Ligue du reboisement de l'Algérie, Alger.	Bul. ligue reboisement, Alger.
Bulletins et mémoires de la Société d'anthropologie de Paris.	Bul. mém. Soc. anthr., Paris.
Bulletins et mémoires de la Société d'archéologie du département d'Ille-et-Vilaine, Rennes.	Bul. mém. Soc. archéol., Rennes.
Bulletins et mémoires de la Société archéologique et historique de la Charente, Ruffec.	Bul. mém. Soc. archéol. hist. Charente, Ruffec.
Bulletins et mémoires de la Société de médecine et de chirurgie de Bordeaux.	Bul. mém. Soc. méd. chir., Bordeaux.
Bulletins et mémoires de la Société des médecins des hôpitaux, Paris.	Bul. mém. Soc. méd. hôpitaux, Paris.

TITRE DU PÉRIODIQUE.	TITRE ABRÉGÉ DU PÉRIODIQUE.
Bulletin du Muséum d'histoire naturelle, Réunion mensuelle des naturalistes du Muséum, Paris.	Bul. Muséum, Paris.
Bulletin de l'Observatoire de Lyon, Saint-Genis-Laval, Rhône.	Bul. Obs., Lyon.
Bulletin pyrénéen, Pau.	Bul. pyrénéen, Pau.
Bulletin scientifique du Limousin, Limoges.	Bul. sci. Limousin, Limoges.
Bulletin des sciences mathématiques, Paris.	Bul. sci. math., Paris.
Bulletin des sciences pharmacologiques, Paris.	Bul. sci. pharm., Paris.
Bulletin de la Section de géographie. Comité des travaux historiques et scientifiques, Paris.	Bul. Section géogr. Com. trav. hist. sci., Paris.
Bulletin du Service de la carte géologique, Paris.	Bul. Service carte géol., Paris.
Bulletin du Service de la carte géologique d'Alsace et de Lorraine, Strasbourg.	Bul. Service carte géol. Alsace-Lorraine, Strasbourg.
Bulletin du Service géologique de l'Indo-Chine, Hanoï-Haïphong.	Bul. Service géol. Indo-Chine, Hanoï-Haïphong.
Bulletin de la Société académique de Boulogne-sur-Mer.	Bul. Soc. acad., Boulogne-sur-Mer.
Bulletin de la Société académique d'agriculture, belles-lettres, sciences et arts de Poitiers.	Bul. Soc. acad. agricult., Poitiers.
Bulletin de la Société d'agriculture et des sciences de Vesoul, Vesoul.	Bul. Soc. agricult. sci., Vesoul.
Bulletin de la Société d'agriculture, sciences et arts de la Sarthe, Le Mans.	Bul. Soc. agricult. sci., arts, Le Mans.
Bulletin de la Société d'agriculture, sciences et arts du département de la Lozère, Mende.	Bul. Soc. agricult., sci., arts, Mende.
Bulletin de la Société des amis du Musée d'Étampes.	Bul. Soc. amis Musée d'Étampes, Étampes.
Bulletin de la Société des amis des sciences naturelles de Rouen.	Bul. Soc. amis sci. nat., Rouen.
Bulletin de la Société des antiquaires de Normandie, Caen.	Bul. Soc. antiquaires Normandie, Caen.
Bulletin de la Société des antiquaires de l'Ouest, Poitiers.	Bul. Soc. antiquaires Ouest, Poitiers.
Bulletin de la Société des antiquaires de Picardie, Amiens.	Bul. Soc. antiquaires Picardie, Amiens.
Bulletin de la Société archéologique de Bordeaux.	Bul. Soc. archéol., Bordeaux.
Bulletin de la Société d'archéologie de Sousse.	Bul. Soc. archéol., Sousse.
Bulletin de la Société archéologique champenoise, Reims.	Bul. Soc. archéol. champenoise, Reims.
Bulletin de la Société archéologique de la Charente, Angoulême.	Bul. Soc. archéol. Charente, Angoulême.
Bulletin de la Société archéologique du Gers, Auch.	Bul. Soc. archéol. Gers, Auch.
Bulletin de la Société archéologique et historique de l'Orléanais, Orléans.	Bul. Soc. archéol. hist. Orléanais, Orléans.
Bulletin de la Société archéologique du Limousin, Limoges.	Bul. Soc. archéol. Limousin, Limoges.
Bulletin de la Société archéologique du Midi de la France, Toulouse.	Bul. Soc. archéol. Midi, Toulouse.

TITRE DU PÉRIODIQUE.	TITRE ABRÉGÉ DU PÉRIODIQUE.
Bulletin de la Société archéologique du Tarn-et-Garonne, Montauban.	Bul. Soc. archéol., Montauban.
Bulletin de la Société archéologique de Nantes et de la Loire-Inférieure, Nantes.	Bul. Soc. archéol., Nantes.
Bulletin de la Société archéologique du Finistère, Quimper.	Bul. Soc. archéol., Quimper.
Bulletin de la Société archéologique, scientifique et littéraire de Béziers, Béziers.	Bul. Soc. archéol., sci., litt., Béziers.
Bulletin de la Société archéologique, scientifique et littéraire du Vendômois.	Bul. Soc. archéol. sci., litt. Vendômois, Vendôme.
Bulletin de la Société d'archéologie et de statistique de la Drôme, Valence.	Bul. Soc. archéol. statist. Drôme, Valence.
Bulletin de la Société Autour du Monde, Boulogne-sur-Seine.	Bul. Soc. Autour du Monde, Boulogne-sur-Seine.
Bulletin de la Société belfortaine d'émulation, Belfort.	Bul. Soc. émulation, Belfort.
Bulletin de la Société de Borda, Dax.	Bul. Soc. Borda, Dax.
Bulletin de la Société botanique, Auch.	Bul. Soc. bot., Auch.
Bulletin de la Société botanique des Deux-Sèvres, Niort.	Bul. Soc. bot. Deux-Sèvres, Niort.
Bulletin de la Société botanique de France, Paris.	Bul. Soc. bot., Paris.
Bulletin de la Société botanique du Limousin, Limoges.	Bul. Soc. bot. Limousin, Limoges.
Bulletin de la Société botanique de Lyon, Lyon.	Bul. Soc. bot., Lyon.
Bulletin de la Société bourguignonne d'histoire naturelle et de préhistoire, Dijon.	Bul. Soc. bourguignonne hist. nat. préhist., Dijon.
Bulletin de la Société centrale d'agriculture de l'Aude, Carcassonne.	Bul. Soc. centr. agricult. Aude, Carcassonne.
Bulletin de la Société centrale d'Agriculture du département du Cantal, Aurillac.	Bul. Soc. centr. agricult., Aurillac.
Bulletin de la Société centrale d'aquiculture et de pêche, Paris.	Bul. Soc. centr. aquic., Paris.
Bulletin de la Société chimique de France, Paris.	Bul. Soc. chim. France, Paris.
Bulletin de la Société de chimie biologique, Paris.	Bul. Soc. chim. biol., Paris.
Bulletin de la Société de chirurgie de Paris.	Bul. Soc. chir., Paris.
Bulletin de la Société dauphinoise d'anthropologie et d'ethnologie, Grenoble.	Bul. Soc. dauphinoise, anthr. eth., Grenoble.
Bulletin de la Société dendrologique de France, Paris.	Bul. Soc. dendrol., Paris.
Bulletin de la Société d'émulation du Bourbonnais, Moulins.	Bul. Soc. émulation, Moulins.
Bulletin de la Société d'émulation des Vosges, Épinal.	Bul. Soc. émulation, Épinal.
Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, Paris.	Bul. Soc. encouragement industrie nationale, Paris.
Bulletin de la Société entomologique de France, Paris.	Bul. Soc. ent., Paris.
Bulletin de la Société des études diverses de l'arrondissement de Louviers.	Bul. Soc. études div. arr. Louviers
Bulletin de la Société d'étude des formes humaines, Paris.	Bul. Soc. étude formes humaines, Paris.
Bulletin de la Société d'études des Hautes-Alpes, Gap.	Bul. Soc. études Hautes-Alpes, Gap.
Bulletin de la Société d'études historiques, scientifiques et archéologiques de la ville de Draguignan.	Bul. Soc. études hist., sci., archéol. Draguignan.

TITRE DU PÉRIODIQUE.	TITRE ABRÉGÉ DU PÉRIODIQUE.
Bulletin de la Société d'études indochinoises de Saïgon.	Bul. Soc. études indochinoises, Saïgon.
Bulletin de la Société des études océaniennes, Papeete.	Bul. Soc. études océaniennes, Papeete.
Bulletin de la Société d'études scientifiques d'Angers.	Bul. Soc. études sci., Angers.
Bulletin de la Société d'études des sciences naturelles de l'Aude, Carcassonne.	Bul. Soc. études sci. nat. Aude, Carcassonne.
Bulletin de la Société d'études des sciences naturelles de Béziers.	Bul. Soc. études sci. nat., Béziers.
Bulletin de la Société d'études des sciences naturelles d'Elbeuf.	Bul. Soc. études sci. nat., Elbeuf.
Bulletin de la Société d'études des sciences naturelles de la Haute-Marne, Chaumont.	Bul. Soc. études sci. nat. Haute-Marne, Chaumont.
Bulletin de la Société d'études des sciences naturelles de Nîmes.	Bul. Soc. études sci. nat., Nîmes.
Bulletin de la Société d'études des sciences naturelles de Reims.	Bul. Soc. études sci. nat., Reims.
Bulletin de la Société d'études des sciences naturelles de Vesoul.	Bul. Soc. études sci. nat., Vesoul.
Bulletin de la Société française des électriciens, Paris.	Bul. Soc. franç. électr., Paris.
Bulletin de la Société française d'histoire de la médecine, Paris.	Bul. Soc. franç. hist. médecine, Paris.
Bulletin de la Société française des ingénieurs coloniaux, Alençon.	Bul. Soc. franç. ingén. colon., Alençon.
Bulletin de la Société française de minéralogie, Paris.	Bul. Soc. franç. minér., Paris.
Bulletin de la Société française de photographie, Paris.	Bul. Soc. franç. phot., Paris.
Bulletin bi-mensuel de la Société française de physique publié en annexe au journal de physique, Paris.	Bul. Soc. franç. phys., Paris.
Bulletin de la Société franco-japonaise, Paris.	Bul. Soc. franco-japonaise, Paris.
Bulletin de la Société de géographie d'Alger et de l'Afrique du Nord, Alger.	Bul. Soc. géogr. Alger et Afrique du Nord, Alger.
Bulletin de la Société de géographie du Cher, Bourges.	Bul. Soc. géogr., Bourges.
Bulletin de la Société de géographie de l'Est, Nancy.	Bul. Soc. géogr. Est, Nancy.
Bulletin de la Société de géographie commerciale du Havre.	Bul. Soc. géogr., Le Havre.
Bulletin de la Société de géographie de Lille.	Bul. Soc. géogr., Lille.
Bulletin de la Société de géographie de Lyon et de la région lyonnaise, Lyon.	Bul. Soc. géogr., Lyon.
Bulletin de la Société de géographie du Maroc, Casablanca.	Bul. Soc. géogr., Casablanca.
Bulletin de la Société de géographie de Marseille et d'études coloniales, Marseille.	Bul. Soc. géogr., Marseille.
Bulletin de la Société de géographie commerciale de Paris. *Voir* Revue économique française.	
Bulletin de la Société géographique de Rochefort.	Bul. Soc. géogr., Rochefort.
Bulletin de la Société de géographie de Toulouse.	Bul. Soc. géogr., Toulouse.
Bulletin de la Société de géographie de Tours.	Bul. Soc. géogr., Tours.
Bulletin de la Société de géographie et d'archéologie de la province d'Oran.	Bul. Soc. géogr. archéol., Oran.
Bulletin de la Société géologique de France, Paris.	Bul. Soc. géol. France, Paris.

TITRE DU PÉRIODIQUE.	TITRE ABRÉGÉ DU PÉRIODIQUE.
Bulletin de la Société géologique et minéralogique de Bretagne, Rennes.	Bul. Soc. géol. minér. Bretagne, Rennes.
Bulletin de la Société géologique de Normandie, Le Havre.	Bul. Soc. géol. Normandie, Le Havre.
Bulletin de la Société grayloise d'émulation, Gray.	Bul. Soc. grayloise émul., Gray.
Bulletin de la Société havraise d'études diverses, Le Havre.	Bul. Soc. havraise, études diverses Le Havre.
Bulletin de la Société historique, Compiègne.	Bul. Soc. hist., Compiègne.
Bulletin de la Société historique et archéologique, Senlis.	Bul. Soc. hist. archéol., Senlis.
Bulletin de la Société d'histoire naturelle de l'Afrique du Nord, Alger.	Bul. Soc. hist. nat. Afrique du Nord, Alger.
Bulletin de la Société d'histoire naturelle des Ardennes, Mézières-Charleville.	Bul. Soc. hist. nat. Ardennes, Mézières-Charleville.
Bulletin de la Société d'histoire naturelle d'Auvergne, Clermont-Ferrand.	Bul. Soc. hist. nat., Auvergne, Clermont-Ferrand.
Bulletin de la Société d'histoire naturelle de Chambéry.	Bul. Soc. hist. nat., Chambéry.
Bulletin de la Société d'histoire naturelle de Colmar.	Bul. Soc. hist. nat., Colmar.
Bulletin de la Société d'histoire naturelle du Doubs, Besançon.	Bul. Soc. hist. nat. Doubs, Besançon.
Bulletin de la Société d'histoire naturelle du Jura, Lons-le-Saunier et Poligny.	Bul. Soc. hist. nat. Jura, Lons-le-Saunier.
Bulletin de la Société d'histoire naturelle du Loir-et-Cher, Blois.	Bul. Soc. hist. nat., Blois.
Bulletin de la Société d'histoire naturelle de la Moselle, Metz.	Bul. Soc. hist. nat. Moselle, Metz.
Bulletin de la Société d'histoire naturelle de Toulouse.	Bul. Soc. hist. nat., Toulouse.
Bulletin de la Société horticole et viticole de Dijon.	Bul. Soc. horticole, viticole, Dijon.
Bulletin de la Société d'horticulture d'Angers et du département de Maine-et-Loire, Angers.	Bul. Soc. horticult., Angers.
Bulletin de la Société d'horticulture, Chaumont.	Bul. Soc. horticult., Chaumont.
Bulletin de la Société d'horticulture, Cherbourg.	Bul. Soc. horticult., Cherbourg.
Bulletin de la Société d'horticulture du Loiret, Orléans.	Bul. Soc. horticult., Orléans.
Bulletin de la Société d'horticulture de l'Orne, Alençon.	Bul. Soc. horticult. Orne, Alençon.
Bulletin de la Société d'horticulture de Tunisie, Tunis.	Bul. Soc. horticult. Tunisie, Tunis
Bulletin de la Société d'horticulture, arboriculture, viticulture et de sylviculture de la Meuse, Verdun.	Bul. Soc. horticult., Verdun.
Bulletin de la Société d'horticulture et de botanique de Vernon.	Bul. Soc. horticult. bot., Vernon.
Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse.	Bul. Soc. indust. Mulhouse.
Bulletin de la Société industrielle et agricole d'Angers.	Bul. Soc. indust. agric., Angers.
Bulletin de la Société de l'industrie minérale, Saint-Étienne.	Bul. Soc. indust. minér., Saint-Étienne.
Bulletin de la Société languedocienne de géographie, Montpellier.	Bul. Soc. languedocienne géogr., Montpellier.
Bulletin de la Société Le Chêne, Paris.	Bul. Soc. Le Chêne, Paris.
Bulletin de la Société nivernaise des lettres sciences et arts, Nevers.	Bul. Soc. lettres, sci., arts, Nevers.

TITRE DU PÉRIODIQUE.	TITRE ABRÉGÉ DU PÉRIODIQUE.
Bulletin de la Société des lettres, sciences et arts de la Corrèze, Tulle.	Bul. Soc. lettres, sci., arts, Tulle.
Bulletin de la Société de linguistique de Paris.	Bul. Soc. linguistique, Paris.
Bulletin de la Société linnéenne de Bordeaux.	Bul. Soc. linn., Bordeaux.
Bulletin de la Société linnéenne de Lyon.	Bul. Soc. linn., Lyon.
Bulletin de la Société linnéenne du Nord de la France, Amiens.	Bul. Soc. linn., Amiens.
Bulletin de la Société linnéenne de Normandie, Caen.	Bul. Soc. linn. Caen.
Bulletin de la Société linnéenne de Provence, Marseille.	Bul. Soc. linn., Marseille.
Bulletin de la Société linnéenne de la Seine Maritime, Le Havre.	Bul. Soc. linn. Seine-Maritime, Le Havre.
Bulletin de la Société mathématique de France, Paris.	Bul. Soc. math., Paris.
Bulletin de la Société médico-chirurgicale, Hanoï.	Bul. Soc. médic. chir., Hanoï .
Bulletin de la Société médicale des hôpitaux, Paris.	Bul. Soc. médic. hôpitaux, Paris.
Bulletin de la Société mycologique de France, Paris.	Bul. Soc. mycol., Paris.
Bulletin de la Société nationale d'acclimatation de France (Revue des sciences naturelles appliquées), Paris.	Bul. Soc. nat. acclim., Paris.
Bulletin de la Société nationale des antiquaires de France, Paris.	Bul. Soc. nat. antiquaires France, Paris.
Bulletin de la Société des naturalistes et des archéologues de l'Ain, Bourg.	Bul. Soc. nat. archéol. Ain, Bourg.
Bulletin de la Société des naturalistes parisiens, Paris.	Bul. Soc. natural. parisiens, Paris.
Bulletin de la Société normande d'études préhistoriques, Rouen.	Bul. Soc. normande études préhist. Rouen.
Bulletin de la Société d'océanographie de France.	Bul. Soc. océan. France.
Bulletin de la Société de pathologie exotique, Paris.	Bul. Soc. path. exot., Paris.
Bulletin de la Société de pathologie végétale de France, Paris.	Bul. Soc. path. végét., Paris.
Bulletin de la Société philomathique, Paris.	Bul. Soc. philom., Paris.
Bulletin de la Société polymathique du Morbihan, Vannes.	Bul. Soc. polymath., Vannes.
Bulletin de la Société préhistorique de Casablanca.	Bul. Soc. préhist., Casablanca.
Bulletin de la Société préhistorique française, Paris.	Bul. Soc. préhist., Paris.
Bulletin de la Société Ramond, Bagnères-de-Bigorre.	Bul. Soc. Ramond, Bagnères-de-Bigorre.
Bulletin de la Société des recherches congolaises, Brazzaville.	Bul. Soc. recherches congolaises, Brazzaville.
Bulletin de la Société des sciences, arts et belles-lettres du Tarn, Albi.	Bul. Soc. sci., Albi.
Bulletin de la Société des sciences de Nancy.	Bul. Soc. sci., Nancy.
Bulletin de la Société des sciences de Seine-et-Oise, Versailles.	Bul. Soc. sci., Versailles.
Bulletin de la Société des sciences et arts de Vitry-le-François.	Bul. Soc. sci., Vitry-le-François.
Bulletin de la Société des sciences des Basses-Alpes, Digne.	Bul. Soc. sci. Basses-Alpes, Digne.
Bulletin de la Société des sciences historiques et naturelles de la Corse, Bastia.	Bul. Soc. sci. hist. nat. Corse, Bastia.
Bulletin de la Société des sciences historiques et naturelles de l'Yonne, Auxerre.	Bul. Soc. sci. hist. nat. Yonne, Auxerre.

TITRE DU PÉRIODIQUE.	TITRE ABRÉGÉ DU PÉRIODIQUE.
Bulletin de la Société des sciences, lettres et arts de Bayonne.	Bul. Soc. sci., lettres, arts Bayonne.
Bulletin de la Société des sciences, lettres et arts de Pau.	Bul. Soc. sci., lettres, arts, Pau.
Bulletin de la Société des sciences, lettres et beaux-arts de Cholet.	Bul. Soc. sci., lettres, beaux-arts, Cholet.
Bulletin de la Société des sciences et lettres du Saumurois, Saumur.	Bul. Soc. sci., lettres, Saumur.
Bulletin de la Société des sciences médicales et biologiques de Montpellier et du Languedoc méditerranéen, Montpellier.	Bul. Soc. sci. méd. biol., Montpellier.
Bulletin de la Société des sciences naturelles d'Autun.	Bul. Soc. sci. nat., Autun.
Bulletin de la Société des sciences naturelles de la Charente-Inférieure, La Rochelle.	Bul. Soc. sci. nat. Charente-Inférieure, La Rochelle.
Bulletin de la Société des sciences naturelles de Mâcon.	Bul. Soc. sci. nat., Mâcon.
Bulletin de la Société des sciences naturelles du Maroc, Rabat.	Bul. Soc. sci. nat. Maroc, Rabat.
Bulletin de la Société des sciences naturelles de l'Ouest de la France, Nantes.	Bul. Soc. sci. nat. Ouest, Nantes.
Bulletin de la Société des sciences naturelles de Saône-et-Loire, Chalon-sur-Saône.	Bul. Soc. sci. nat. Saône-et-Loire, Chalon-sur-Saône.
Bulletin de la Société des sciences naturelles du Sud-Est, Grenoble.	Bul. Soc. sci. nat. Sud-Est, Grenoble.
Bulletin de la Société scientifique de Bretagne, Rennes.	Bul. Soc. scient. Bretagne, Rennes.
Bulletin de la Société scientifique de l'Isère, Grenoble.	Bul. Soc. scient. Isère, Grenoble.
Bulletin de la Société scientifique, historique, archéologique de la Corrèze, Brive.	Bul. Soc. scient. hist., archéol., Corrèze, Brive.
Bulletin bimestriel de la Société de topographie de France, Paris.	Bul. Soc. topogr., Paris.
Bulletin de la Société zoologique de France, Paris.	Bul. Soc. zool., Paris.
Bulletin de la station biologique d'Arcachon, Bordeaux.	Bul. stat. biol. Arcachon, Bordeaux.
Bulletin de la station océanographique de Salambô, Tunis.	Bul. stat. océan. Salambô, Tunis.
Bulletin de la station de recherches forestières du Nord de l'Afrique, Alger.	Bul. stat. recherches forest. Nord-Afrique, Alger.
Bulletin de statistique générale de la France, Paris.	Bul. statist. gén. France, Paris.
Bulletin du Syndicat des planteurs de caoutchouc, Saïgon.	Bul. Syndicat planteurs caoutchouc, Saïgon.
Bulletin des travaux de la station d'aquiculture, Constantine.	Bul. trav. stat. aquic., Constantine.
Bulletin mensuel de l'Union coloniale française, Paris.	Bul. Union colon. franç., Paris.
Bulletin de l'Union économique de Syrie, Paris.	Bul. Union écon. Syrie, Paris.

C

TITRE DU PÉRIODIQUE.	TITRE ABRÉGÉ DU PÉRIODIQUE.
Cahiers d'archéologie et d'histoire d'Alsace, Strasbourg.	Cahiers archéol. hist. Alsace, Strasbourg.
Les Cahiers coloniaux, Marseille.	Cahiers coloniaux, Marseille.
Cahiers du Service géographique de l'armée, Paris.	Cahiers serv. géogr. de l'armée, Paris.
Cahiers du Service météorologique d'Algérie, Alger.	Cahiers Serv. météor. Algérie Alger.
Canoe-Club, Yacht-Club de France, Paris.	Canoe-club, Paris.
Chaleur et Industrie, Paris.	Chaleur et indust., Paris.
Chimie et Industrie, organe de la Société de chimie industrielle, Paris.	Chimie et indust., Paris.
La Chronique médicale, Paris.	Chronique médicale, Paris.
Colonies et marine, Paris.	Colonies et marine, Paris.
La Connaissance des temps, Paris.	Connaissance des temps, Paris.
La Côte d'Azur médicale, Toulon.	Côte d'azur médicale, Toulon.
Comptes rendus des séances de l'Académie des inscriptions et belles-lettres, Paris.	C. R. Acad. inscriptions, Paris.
Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, Paris.	C. R. Acad. sci., Paris.
Comptes rendus de l'Association des anatomistes, Paris.	C. R. ass. anatomistes, Paris.
Comptes rendus de l'Association française pour l'avancement des sciences, Paris.	C. R. ass. franç. avanc. Sci., Paris.
Comptes rendus du Congrès des Sociétés savantes de Paris et des départements, Section des sciences, Paris.	C. R. Congr. Soc. sav., Paris.
Comptes rendus des séances de l'Académie d'agriculture de France, Paris.	C. R. séances Acad. agric., Paris.
Comptes rendus des séances et communications de l'Académie des sciences coloniales, Paris. *Voir* Académie des sciences coloniales.	
Comptes rendus des séances de la Société de biologie et de ses filiales, Paris.	C. R. Soc. biol., Paris.
Comptes rendus sommaires des séances de la Société de biogeographie, Paris.	C. R. sommaires séance Soc. biogéogr., Paris.
Compte rendu sommaire des séances de la Société géologique de France, Paris.	C. R. sommaire séances Soc. géol., Paris.
Congrès de l'Association franc-comtoise, Gray.	Congrès ass. franc-comtoise, Gray
Coton et culture cotonnière, Paris.	Coton et cult. cotonnière, Paris.
Le Courrier médical, Paris.	Courrier médical, Paris.

TITRE DU PÉRIODIQUE.	TITRE ABRÉGÉ DU PÉRIODIQUE.
D	
Dépêche coloniale, monographies, Paris.	Dépêche coloniale, Paris.
E	
L'Eau, organe de vulgarisation de l'hygiène publique, Paris.	Eau, Paris.
L'Échange, Moulins.	Échange, Moulins.
L'Écho du Mexique, Paris.	Écho du Mexique, Paris.
L'Économiste français, Paris.	Économiste français, Paris.
L'Effort colonial, Paris.	Effort colonial, Paris.
L'Encéphale, Paris.	Encéphale, Paris.
L'Enseignement mathématique, Paris-Genève.	Enseignement math., Paris.
L'Ethnographie, Paris.	Ethnographie, Paris.
Études atlantéennes, Paris.	Études atlantéennes, Paris.
Extrême Asie, revue indo-chinoise, Saïgon.	Extrême-Asie, Saïgon.
F	
Faune des colonies françaises, Paris.	Faune colonies franç., Paris.
Feuille mensuelle de renseignements (inspection générale de l'agriculture, de l'élevage et des forêts de l'Indo-Chine), Hanoï.	Feuille renseignements agricult. Indo-Chine, Hanoï.
France-Amérique, Paris.	France-Amérique, Paris
La France textile, Mulhouse.	France textile, Mulhouse.
Franche-Comté et Monts Jura, Besançon.	Franche-Comté et Monts Jura, Besançon.
Le Froid, Bulletin de la Société française du froid, Paris.	Froid, Paris.
G	
La Gazette des Beaux-Arts, Paris.	Gazette Beaux-Arts, Paris.
Le Génie civil, revue générale des industries françaises et étrangères, Paris.	Génie civil, Paris.
La Géographie, revue mensuelle publiée par la Société de géographie, Paris.	Géographie, Paris.
Gynécologie et obstétrique, Paris.	Gynécologie et obstétrique, Paris.
La Gynécologie et la Semaine gynécologique des praticiens réunies, Paris.	Gynécologie et Semaine gynécol., Paris.

TITRE DU PÉRIODIQUE.	TITRE ABRÉGÉ DU PÉRIODIQUE.
H	
Herbier du Muséum, Paris.	Herbier du Muséum, Paris.
Hespérie, Archives berbères et Bulletin de l'Institut des hautes-études marocaines, Paris.	Hespéris, Paris.
L'Homme préhistorique, Paris.	Homme préhistorique, Paris.
L'Horloger, Paris.	Horloger, Paris.
I	
L'Illustration, Paris.	Illustration, Paris.
L'Illustration économique et financière, Paris.	Illustration écon. et financ., Paris.
L'Information, Paris.	Information, Paris.
L'Ingénieur-constructeur, Paris.	Ing. constr., Paris.
Institut français d'archéologie orientale, Le Caire (*Voir* 1° Bulletin et 2° Mémoires publiés...).	
L'Intermédiaire des mathématiciens, Paris.	Interm. mathématic., Paris.
J	
Jardinage, Versailles.	Jardinage, Versailles.
Je sais tout, Paris.	Je sais tout, Paris.
Journal asiatique, Paris.	J. asiat., Paris.
Journal de conchyliologie, Paris.	J. conchyliol., Paris.
Journal des Débats, Paris.	J. Débats, Paris.
Journal de l'École polytechnique, Paris.	J. École polytech., Paris.
Journal des économistes, Paris.	J. économistes, Paris.
Journal des géomètres-experts français, Paris.	J. Géomètres-Experts, Paris.
Journal de la marine marchande, Paris.	J. marine marchande, Paris.
Journal des mathématiques pures et appliquées, Paris.	J. math. pures et appliquées, Paris.
Journal médical, Marseille.	J. médical, Marseille.
Journal des Missions évangéliques, Paris.	J. Missions évangéliques, Paris.
Journal des Observateurs, Marseille.	J. Observateurs, Marseille.
Le Journal d'optique, Paris.	J. Optique, Paris.
Journal de pharmacie et de chimie, Paris.	J. Pharm. chim., Paris.
Journal de physique et le Radium, publication de la Société française de physique, Paris.	J. phys. et Radium, Paris.
Journal de psychologie normale et pathologique, Paris.	J. psychol., Paris.
Journal des Savants, Paris.	J. Savants, Paris.
Journal de la Société d'agriculture de Carcassonne.	J. Soc. agricult., Carcassonne.
Journal de la Société des Américanistes de Paris.	J. Soc. amér., Paris.
Journal de la Société nationale d'horticulture de France, Paris.	J. Soc. hortic., Paris.
Journal de la Société de statistique de Paris.	J. Soc. Statist., Paris.

TITRE DU PÉRIODIQUE.	TITRE ABRÉGÉ DU PÉRIODIQUE.
L	
Laboratoire d'étude de la soie, Lyon.	Labor. étude soie, Lyon.
Larousse mensuel, Paris.	Larousse mensuel, Paris.
Lectures pour tous, Paris.	Lectures pour tous, Paris.
Lyon chirurgical, publiant le bulletin de la Société de chirurgie de Lyon.	Lyon chirurgical, Lyon.
M	
Les Marchés de France, Paris.	Marchés de France, Paris.
Marine marchande, Paris.	Marine marchande, Paris.
Le Maroc médical, Casablanca.	Maroc médical, Casablanca.
Maroc-Revue, Paris.	Maroc-Revue, Paris.
Marseille médical, Marseille.	Marseille médical, Marseille.
La Médecine internationale, Paris.	Médecine internat., Paris.
Mémoires de l'Académie d'Amiens.	Mém. Acad., Amiens.
Mémoires de l'Académie malgache, Tananarive.	Mém. Acad. malgache, Tananarive.
Mémoires de l'Académie de Nîmes.	Mém. Acad., Nîmes.
Mémoires de l'Académie des sciences de l'Institut de France, Paris.	Mém. Acad. sci., Paris.
Mémoires de l'Académie des sciences, agriculture, arts et belles-lettres d'Aix.	Mém. Acad. sci. agricult., Aix.
Mémoires de l'Académie des sciences, arts et belles-lettres, Dijon.	Mém. Acad. sci. arts, Dijon.
Mémoires de l'Académie des sciences, belles-lettres et arts de Lyon.	Mém. Acad. sci., belles-lettres, arts, Lyon.
Mémoires de l'Académie des sciences, inscriptions et belles-lettres de Toulouse.	Mém. Acad. sci., inscrip., Toulouse.
Mémoires de l'Académie de Stanislas, Nancy.	Mém. Acad. Stanislas, Nancy.
Mémoires de l'Académie de Vaucluse, Avignon.	Mém. Acad. Vaucluse, Avignon.
Mémoires de la Carte géologique d'Alsace-Lorraine, Strasbourg.	Mém. Carte géol. Alsace-Lorraine, Strasbourg.
Mémoires et comptes rendus des travaux de la Société des Ingénieurs civils de France, Paris.	Mém. C. R. Soc. ing. civil., Paris
Mémoires et documents de l'Académie salésienne, Annecy.	Mém. doc. Acad. salésienne, Annecy.
Mémoires et documents publiés par la Société savoisienne d'histoire et d'archéologie, Chambéry.	Mém. docum. Soc. savoisienne. hist. archéol., Chambéry.
Mémoires de l'Institut d'Égypte, Le Caire.	Mém. Inst. Égypte, Le Caire.
Mémoires, notices et documents publiés par la Société d'agriculture, d'archéologie et d'histoire naturelle de la Manche, Cherbourg.	Mém. notices, docum. Soc. agric. archéol. hist. nat. Manche, Charbourg.
Mémoires publiés par les membres de l'Institut français d'archéologie orientale, Le Caire.	Mém. publ. par membres Inst. franç. archéol. orient., Le Caire

TITRE DU PÉRIODIQUE.	TITRE ABRÉGÉ DU PÉRIODIQUE.
Mémoires du Service de la Carte géologique, Paris.	Mém. Serv. carte géol., Paris.
Mémoires du Service géologique de l'Indochine, Hanoï.	Mém. Serv. géol. Indochine, Hanoï.
Mémoires de la Société académique de Boulogne-sur-Mer.	Mém. Soc. Acad., Boulogne-sur-Mer.
Mémoires de la Société d'agriculture, commerce, sciences et arts du département de la Marne, Châlons-sur-Marne.	Mém. Soc. agric., comm., sci., arts, Châlons-sur-Marne.
Mémoires de la Société des antiquaires du Centre, Bourges.	Mém. Soc. antiquaires Centre, Bourges.
Mémoires de la Société d'archéologie de Beaune.	Mém. Soc. archéol., Beaune.
Mémoires de la Société archéologique de Montpellier.	Mém. Soc. archéol., Montpellier.
Mémoires de la Société d'émulation du Doubs, Besançon.	Mém. Soc. émul. Doubs, Besançon.
Mémoires de la Société d'émulation du Jura, Lons-le-Saunier.	Mém. Soc. émul. Jura, Lons-le-Saunier.
Mémoires de la Société d'émulation de Montbéliard.	Mém. Soc. émul., Montbéliard.
Mémoires de la Société géologique et minéralogique de Bretagne, Rennes.	Mém. Soc. géol. minér. Bretagne, Rennes.
Mémoires de la Société géologique du Nord, Lille.	Mém. Soc. géol. Nord, Lille.
Mémoires de la Société d'histoire naturelle du Doubs, Besançon.	Mém. Soc. hist. nat., Besançon.
Mémoires de la Société des lettres, sciences et arts de l'Aveyron, Rodez.	Mém. Soc. lettres sci., arts Aveyron, Rodez.
Mémoires de la Société des lettres, sciences et arts de Bar-le-Duc.	Mém. Soc. lettres, sci., arts, Bar-le-Duc.
Mémoires de la Société de linguistique de Paris.	Mém. Soc. linguistique, Paris.
Mémoires de la Société linnéenne de Normandie, Caen.	Mém. Soc. linn., Caen.
Mémoires de la Société linnéenne de Marseille, Marseille.	Mém. Soc. linn., Marseille.
Mémoires de la Société nationale d'agriculture, sciences et arts d'Angers.	Mém. Soc. nat. agric., sci., arts, Angers.
Mémoires de la Société nationale des antiquaires de France, Paris.	Mém. Soc. nat. antiquaires France, Paris.
Mémoires de la Société nationale des sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg.	Mém. Soc. nat. sci., nat., math., Cherbourg.
Mémoires de la Société ornithologique et mammalogique de France, Paris.	Mém. Soc. ornith., mammal. France, Paris.
Mémoires de la Société des sciences naturelles et archéologiques de la Creuse, Guéret.	Mém. Soc. sci. nat., Guéret.
Mémoires de la Société des sciences naturelles du Maroc, Rabat, Paris.	Mém. Soc. sci. nat. Maroc, Rabat-Paris.
Mémoires de la Société des sciences physiques et naturelles de Bordeaux.	Mém. Soc. sci. phys. nat., Bordeaux.
Mémoires de la Société zoologique de France, Paris.	Mém. Soc. zool., Paris.
Mémorial de l'Office national météorologique de France, Paris.	Mémor. Office nat. météor. France, Paris.
Le Mercure de France, Paris.	Mercure de France, Paris.
La Météorologie, Paris.	Météorologie, Paris.
Mines, carrières, grandes entreprises, Revue française des industries du sous-sol, Paris.	Mines, carrières. grandes entreprises, Paris.

TITRE DU PÉRIODIQUE.	TITRE ABRÉGÉ DU PÉRIODIQUE.
Miscellanées entomologiques, Uzès.	Misc. entom., Uzès.
Les Missions catholiques, Lyon.	Missions catholiques, Lyon.
Le Mois colonial et maritime, Paris.	Mois colon. et marit., Paris.
Le Monde colonial illustré, Paris.	Monde colonial illustré, Paris.
Le Monde des plantes, Agen.	Monde des plantes, Agen.
Le Moniteur scientifique du Docteur Quesneville, Paris. *Voir* Revue de chimie industrielle.	Monit. sci. Quesn., Paris.
La Montagne, organe du Club alpin français, Paris.	Montagne, Paris.

N

La Nature, revue des sciences et de leurs applications à l'art et à l'industrie, Paris.	Nature, Paris.
La Navigation du Rhin, Strasbourg.	Navigation du Rhin, Strasbourg.
Notes de géophysique, Paris.	Notes de géophysique, Paris.
Notes, mémoires et documents de la Société d'agriculture, d'archéologie et d'histoire naturelle de la Manche, Saint-Lô.	Notes, mém. docum. Soc. agric., archéol., hist. Manche, Sant-Lô.
Notes et mémoires de la station océanographique de Salambô, Tunis.	Notes, mém. stat. océan. Salambô, Tunis.
Notes de séismologie, Observatoires de Zi-Ka-Wei.	Notes de séismologie, Zi-Ka-Wei.
Notes et travaux du Service océanographique d'Indochine, Saïgon.	Notes trav. Serv. océan. Indochine, Saïgon.
Notulæ systematicæ (Herbier du Muséum, Phanérogamie), Paris.	Notulæ systematicæ, Paris.
Nouvelles archives des Missions scientifiques et littéraires, Paris.	Nouv. arch. miss. sci., Paris.
Nova Francia, Paris.	Nova Francia, Paris.

O

L'Océanie française, Paris.	Océanie française, Paris.
L'Odontologie, Paris.	Odontologie, Paris.
L'Onde électrique, Paris.	Onde électr., Paris.
Opuscules de l'Institut scientifique de l'Indochine, Saïgon.	Opusc. Inst. sci., Saïgon.
Orthodontie française, Lyon.	Orthodontie française, Lyon.

P

Le Panorama, Paris.	Panorama, Paris.
La Parfumerie moderne, Lyon.	Parfumerie moderne, Lyon.
La Pensée française, Strasbourg.	Pensée française, Strasbourg.
La Presse coloniale, Paris.	Presse coloniale, Paris.
La Presse dentaire, Paris.	Presse dentaire, Paris.

TITRE DU PÉRIODIQUE.	TITRE ABRÉGÉ DU PÉRIODIQUE.
La Presse médicale, Paris.	Presse médicale, Paris.
Procès-verbaux des séances du Comité international des Poids et mesures, Paris.	Proc.-verb. Comité internat. poids mesures, Paris.
Procès-verbaux des séances de la Société des Ingénieurs civils de France, Paris.	Proc.-verb. Soc. Ing. civ. France, Paris.
Procès-verbaux des séances de la Société des lettres, sciences et arts de l'Aveyron, Rodez.	Proc.-verb. soc. lettres, sci., arts, Aveyron, Rodez.
Procès-verbaux des séances de la Société des sciences physiques et naturelles de Bordeaux.	Proc.-verb. Soc. sci. phys. nat., Bordeaux.
Procès-verbaux de la Société linnéenne de Bordeaux.	Proc.-verb. Soc. linn., Bordeaux.
Pro medico, Paris.	Pro medico, Paris.
Pro Nervia, Avesnes.	Pro Nervia, Avesnes.
Le Progrès médical, Paris.	Progrès médical, Paris.
La Province dentaire, Lyon.	Province dentaire, Lyon.
Publications du Bureau central sismologique international. Série A. Travaux scientifiques; Série B. Monographie, Paris.	Publ. Bur. centr. sismol. internat., Paris.
Publications de la Faculté des lettres d'Alger. Bulletin de correspondance africaine, Paris.	Public. Fac. lettres, Alger. Bul. corresp. africaine, Paris.
Publications de l'Institut des hautes-études marocaines Paris.	Publ. Inst. Hautes-Études marocaines, Paris.

Q

La Quinzaine coloniale, Paris.	Quinzaine coloniale, Paris.

R

Recherches et inventions. Revue mensuelle de l'Office national des recherches scientifiques et industrielles des Inventions, Bellevue.	Recherches et Inventions, Bellevue.
La Reconnaissance africaine, Lomé.	Reconnaissance africaine, Lomé.
Recueil de l'Académie des sciences, belles-lettres et arts, du Tarn-et-Garonne, Montauban.	Recueil Acad. sci., belles-lettres, arts, Montauban.
Recueil des notices et mémoires de la Société archéologique du département de Constantine.	Recueil not. mém. Soc. archéol., Constantine.
Recueil des publications diverses de l'Institut de France, Paris.	Recueil publ. div. Institut France, Paris.
Recueil des travaux de la Société libre agricole scientifique de l'Eure, Évreux.	Recueil trav. Soc. agric. sci., Évreux.
Recueil des travaux de la Société d'agriculture, sciences et arts, Agen.	Recueil trav. Soc. agric. sci., Agen.
La Renaissance de l'art français et des industries de luxe, Paris.	Renaissance art français indust. luxe, Paris.
Résultats des campagnes scientifiques du prince Albert I[er] de Monaco, Monaco.	Résult. camp. sci., Monaco.
Revue de l'Académie arabe, Damas.	Rev. Acad. arabe, Damas.

TITRE DU PÉRIODIQUE.	TITRE ABRÉGÉ DU PÉRIODIQUE.
Revue Africaine, Alger.	Rev. africaine, Alger.
Revue de l'Agenais, Agen.	Rev. agenais, Agen.
Revue algologique, Paris.	Rev. algol., Paris.
Revue de l'Alliance française, Paris.	Rev. Alliance française, Paris.
Revue alpine, Lyon.	Rev. alpine, Lyon.
Revue de l'Amérique latine, Paris.	Rev. Amérique latine, Paris.
Revue anthropologique, Paris.	Rev. anthr., Paris.
Revue archéologique, Paris.	Rev. archéol., Paris.
Revue des arts asiatiques, Paris.	Rev. arts asiatiques, Paris.
La Revue d'Auvergne, Clermont-Ferrand.	Rev. Auvergne, Clermont-Ferrand.
Revue du Bas-Poitou, Fontenay-le-Comte.	Rev. Bas-Poitou, Fontenay-le-Comte.
Revue de botanique appliquée et d'agriculture coloniale, Paris.	Rev. bot. appliquée agricult. colon., Paris.
Revue bryologique, Paris.	Rev. bryol., Paris.
Revue catalane, Perpignan.	Rev. catalane, Perpignan.
Revue celtique, Paris.	Rev. celtique, Paris.
Revue de chimie industrielle et moniteur scientifique de Quesneville, Paris.	Rev. chim. indust., Monit. sci. Quesn., Paris.
Revue de chirurgie, Paris.	Rev. chir., Paris.
Revue de Cominges, Saint-Gaudens.	Rev. Cominges, Saint-Gaudens.
Revue du Comité France-Amérique, Paris.	Rev. Comité France-Amérique Paris.
Revue commerciale, Bordeaux.	Rev. commerciale, Bordeaux.
Revue des Deux-Mondes, Paris.	Rev. Deux-Mondes, Paris.
Revue des Eaux et Forêts, Paris.	Rev. Eaux et Forêts, Paris.
Revue économique française publiée par la Société de géographie commerciale de Paris.	Rev. écon. franç., Paris.
Revue d'ethnographie et des traditions populaires, Paris.	Rev. ethnogr. trad. pop., Paris.
Revue des études anciennes. Annales de la Faculté des lettres de Bordeaux.	Rev. études anciennes, Bordeaux.
Revue des études grecques, Paris.	Rev. études grecques, Paris.
Revue des études hongroises et finno-ougriennes, Paris.	Rev. études hongroises et finno-ougriennes, Paris.
Revue des études islamiques, Paris.	Rev. études islamiques, Paris.
Revue des études slaves, Paris.	Rev. études slaves, Paris.
Revue française d'endocrinologie, Paris.	Rev. franç. endocrin., Paris.
Revue française des industries du sous-sol, Paris.	Rev. franç. indust. sous-sol, Paris.
Revue française d'ornithologie scientifique et pratique, Paris.	Rev. franç. ornith., Paris.
Revue française de photographie, Paris.	Rev. franç. phot., Paris.
Revue générale de botanique, Paris.	Rev. gén. bot., Paris.
Revue générale des pétroles, Paris.	Rev. gén. pétroles, Paris.
Revue générale des sciences pures et appliquées, Paris.	Rev. gén. sci., Paris.
Revue de géographie, Paris.	Rev. géogr., Paris.
Revue de géographie alpine, Grenoble.	Rev. géogr. alpine, Grenoble.
Revue de géographie commerciale de Bordeaux.	Rev. géogr. commerc., Bordeaux.

TITRE DU PÉRIODIQUE.	TITRE ABRÉGÉ DU PÉRIODIQUE.
Revue de géographie marocaine, ogane de la Société de géographie du Maroc, Casablanca.	Rev. géogr. Maroc, Casablanca.
Revue de géographie physique et de géologie dynamique. Bulletin du laboratoire de géographie physique de la Faculté des sciences de l'Université de Paris.	Rev. géogr. phys., Paris.
Revue de l'histoire des Colonies françaises, Paris.	Rev. hist. col. franç., Paris.
Revue d'histoire franciscaine, Paris.	Rev. hist. franciscaine, Paris.
Revue d'histoire naturelle appliquée, publiée par la Société nationale d'acclimatation de France, Paris. 1re partie : A. Mammifères; B. Agriculture, Entomologie, Botanique, Aquariums et Terrariums. 2e partie : L'Oiseau.	Rev. hist. nat. appliquée, Paris.
Revue d'histoire et de philologie religieuses, Strasbourg.	Rev. hist. philol. religieuses, Strasbourg.
Revue de l'histoire des religions.	Rev. hist. religions, Paris.
Revue historique, Paris.	Rev. historique, Paris.
Revue horticole, Paris.	Rev. hortic., Paris.
Revue horticole des Bouches-du-Rhône, Marseille.	Rev. hortic. Bouches-du-Rhône, Marseille.
Revue hydrographique, publiée par le Bureau hydrographique international, Monaco.	Rev. hydrogr., Monaco.
Revue hydrographique, Paris.	Rev. hydrogr., Paris.
Revue d'hygiène et de médecine préventive, Paris.	Rev. hygiène méd. prévent., Paris.
Revue indigène, Paris.	Rev. indigène, Paris.
Revue de l'industrie minérale, SaintÉtienne.	Rev. indust. minér., Saint-Étienne
Revue internationale de l'enseignement, Paris.	Rev. internat. enseign., Paris.
Revue internationale des produits coloniaux, Paris.	Rev. internat. produits colon., Paris.
Revue internationale des tabacs, Paris.	Rev. internat. tabacs, Paris.
Revue des langues romanes, Montpellier.	Rev. langues romanes, Montpellier.
Revue maritime, Paris.	Revue maritime, Paris.
Revue de métallurgie, Paris.	Revue métall., Paris.
Revue moderne de médecine et de chirurgie, Paris.	Revue moderne méd. chir., Paris.
Revue des musées et collections archéologiques, Dijon.	Rev. musées coll. archéol., Dijon.
Revue ondontologique, Paris.	Rev. ondontologique, Paris.
Revue d'optique théorique et instrumentale, Paris.	Rev. optique, Paris.
Revue d'orthopédie, Paris.	Rev. orthopédie, Paris.
Revue de l'Ouest, Nantes.	Rev. Ouest, Nantes.
Revue du Pacifique, Paris.	Rev. Pacifique, Paris.
Revue de pathologie comparée et d'hygiène générale, Paris.	Rev. path. comparée hyg. génér., Paris.
Revue de pathologie végétale et entomologie agricole, Paris.	Rev. path. végét. entom. agric., Paris.
Revue pétrolifère, Paris.	Rev. pétrolifère, Paris.
Revue philosophique de la France et de l'étranger, Paris.	Rev. philosophique, Paris.
Revue pratique d'apologétique, Paris.	Rev. prat. apologét., Paris.

TITRE DU PÉRIODIQUE.	TITRE ABRÉGÉ DU PÉRIODIQUE.
Revue scientifique illustrée (Revue rose), Paris.	Rev. sci., Paris.
Revue scientifique du Bourbonnais et du Centre de la France, Moulins.	Rev. sci. Bourbon., Moulins.
Revue scientifique du Limousin, Limoges.	Rev. sci. Limousin, Limoges.
Revue de stomatologie, Paris.	Rev. stomatol., Paris.
Revue de synthèse historique, Paris.	Rev. Synthèse hist., Paris.
Revue du Touring-Club, Paris.	Rev. Touring-Club, Paris.
Revue des travaux de l'Office des pêches maritimes, Paris.	Rev. trav. Office pêches marit., Paris.
Revue tunisienne (Institut de Carthage), Tunis.	Rev. tunisienne, Tunis.
Revue universelle, Paris.	Rev. universelle, Paris.
Revue de viticulture, Paris.	Rev. viticult., Paris.
Revue du Vivarais, Aubenas.	Rev. Vivarais, Aubenas.
Revue de zoologie agricole et appliquée, Bordeaux.	Rev. zool. agric., Bordeaux.
Rhodania, C. R. du Congrès, Aix-en-Provence.	Rhodania, Aix-en-Provence.
Riz et riziculture, Paris.	Riz et riziculture, Paris.
Romania, Paris.	Romania, Paris.

S

Saint-Hubert-Club de France, Paris.	Saint-Hubert-Club France, Paris.
Le Sang, Paris.	Sang, Paris.
Science et Industrie, Paris.	Science et industrie, Paris.
La Science du sol, Versailles.	Science du sol, Versailles.
La Science et la Vie, Paris.	Science et Vie, Paris.
Sciences et Voyages, Paris.	Sciences et Voyages, Paris.
La semaine dentaire, Paris.	Semaine dentaire, Paris.
Sphère, revue coloniale, Paris.	Sphère, Paris.
Station d'aquiculture de pêche, Castiglione, Alger.	Stat. aquic. pêche, Castiglione, Alger.
Syria, Paris.	Syria, Paris.

T

Tablettes d'Avignon et de Provence, Avignon.	Tablettes Avignon et Provence, Avignon.
Technique moderne, Paris.	Technique moderne, Paris.
La Technique sanitaire et municipale, Paris.	Technique sanitaire, Paris.
Le Temps, Paris.	Temps, Paris.
Terre d'Afrique illustrée, Alger.	Terre d'Afrique illustrée, Alger.
Togo-Cameroun, Paris.	Togo-Cameroun, Paris.
Travaux du laboratoire d'anatomie de la Faculté de médecine d'Alger.	Trav. Lab. anat. Faculté méd., Alger.
Travaux du laboratoire de géologie de la Faculté des sciences de Lyon.	Trav. lab. géol. Faculté sci., Lyon.
Travaux du laboratoire de géologie de la Faculté des sciences de l'Université de Grenoble.	Trav. lab. géol. Faculté sci, Univ., Grenoble,

TITRE DU PÉRIODIQUE.	TITRE ABRÉGÉ DU PÉRIODIQUE.
Travaux du laboratoire de pisciculture de la Faculté de Grenoble.	Trav. lab. piscic. Faculté Grenoble.
Travaux des laboratoires de la Société scientifique (Station zoologique d'Arcachon).	Trav. lab. Soc. sci. stat. zool. Arcachon.
Travaux et mémoires de l'Institut d'ethnologie, Paris.	Trav. mém. Inst. ethnol., Paris.
Travaux de la Section de géodésie de l'Union géodésique et géophysique internationale, Paris.	Trav. sect. géodésie de l'Union géol. géophys. internat., Paris.
Travaux de la station zoologique de Roscoff, Paris.	Trav. stat. zool. Roscoff, Paris.
Travaux de la station zoologique de Saint-Servan, Paris.	Trav. stat. zool. Saint-Servan, Paris.
Travaux de la station zoologique de Wimereux, Paris.	Trav. stat. zool. Wimereux, Paris.
La Tribune médicale, Paris.	Tribune médicale, Paris.

V

La Vie maritime, Paris.	Vie maritime, Paris.
La Vie technique et industrielle, Paris.	Vie technique indust., Paris.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JUILLET — DÉCEMBRE 1929.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME 189.

A

Pages.

ABSORPTION. — Fluorescence et absorption infrarouge; par M. *V. Posejpal*. 159
— Étude de l'absorption d'un cristal de dialogite; par M. *Pierre Leroux*... 162
— Sur le spectre d'absorption de l'oxyde azotique; par M. *Maurice Lambrey* 574
— Sur le spectre d'absorption de $Co\,Cl^2$ et ses variations; par M. *P. Vaillant* 747
— Stabilité comparée des isomères selon leurs spectres d'absorption. Relation entre l'absorption dans l'ultraviolet et la structure des dérivés diarylés de l'éthylène et de l'éthane; par Mme *Ramart-Lucas*.. 802
— Voir *Acide tartrique, Électrooptique. Ultraviolet.*

ABSORPTION DES RADIATIONS. — Sur l'absorption des tartrates de cuivre droit et gauche et de leur mélange; par M. *Traian D. Gheorghiu*..... 1260

ACADÉMIE. — M. le *Président* annonce que la prochaine séance publique annuelle aura lieu le 16 décembre. 5
— M. *Charles Richet* fait hommage de la part de la marquise *G. Lannes de Montebello*, des lettres de *André-Marie Ampère*.............. 15
— La *Société astronomique de Pologne* et l'*Observatoire de Poznan* adressent des télégrammes de condoléance à l'occasion de la mort de M. *H. Andoyer*................ 16
— M. le *Président* annonce un déplacement de séance à l'occasion de la Fête nationale................. 69
— L'*Académie Malgache* exprime à l'Académie les regrets que lui cause la mort de M. *Charles Moureu*.... 122
— M. *Jean Mascart* adresse pour la Bibliothèque de l'Institut, une collection de papiers de l'astronome *Jean Chacornac* (1823-1873)...... 226
— M. le *Président* souhaite la bienvenue à M. *Tanakadate*............... 313
— M. le *Président* annonce un déplacement de séance à l'occasion des fêtes de l'Assomption.......... 313
— L'*Académie d'Athènes* adresse des compliments de condoléance à l'occasion de la mort de M. *Charles Depéret* 329
— M. *A. Lacroix*, de retour de son

Pages.
voyage aux Indes Néerlandaises, donne des renseignements sur le Fourth Pacific Science Congress, où il a représenté l'Académie..... 345
— M. le *Président* souhaite la bienvenue à M. *Jules Bordet*............... 381
— Id. à MM. *Évans*, *Raoul Gautier* et *Constantin Zenghelis*............ 473
— La *Société astronomique de Russie* adresse des condoléances à l'occasion de la mort de M. *H. Andoyer* et de M. *A.-V. Lebeuf*........... 476
— M. le *Secrétaire perpétuel* annonce que les tomes 186 (1928, 1er semestre) et 187 (1928, 2e semestre) des *Comptes rendus* sont en distribution au Secrétariat.......... 505
— M. *P. Helbronner* rend compte de la cérémonie d'inauguration du monument du Capitaine *Adrien Durand*. 505
— M. le *Président* souhaite la bienvenue à M. *Démétrius Eginitis*......... 549
— Id. à M. *Angel Gallardo*........... 657
— Id. annonce un déplacement de séance à l'occasion de la fête de l'Armistice..................... 721
— M. le *Président* souhaite la bienvenue à M. *Albert Einstein*............. 789
— Id. à M. *B. de Kerékjártó*.......... 813
— Id. à M. *T. Bonnesen*.............. 885
— M. *P. Termier* est élu Vice-Président pour l'année 1930............... 957
— M. le *Président* souhaite la bienvenue à M. *Kraïtchik*................ 1045
— Allocution prononcée par M. *Mangin* en la séance publique........... 1099
— M. le *Président* souhaite la bienvenue à M. *Auguste Lameere*...... 1189
— Voir *Caisse des recherches scientifiques*, *Candidatures*, *Commissions académiques*, *Congrès international du Paludisme*, *École polytechnique*, *Histoire de l'Académie*, *Observatoire d'Alger*, *Observatoire de Besançon*, *Office national des recherches scientifiques et industrielles et des inventions*, *Plis cachetés*, *Prix et subventions attribués*, *Réunion internationale de chimie physique*.
Acariens. — Une forme adulte du Rouget (*Thrombicula autumnalis* Shaw.); par M. *Marc André*..... 545
— Sur l'identité d'*Ornithodorus erraticus* Lucas et d'*Ornithodorus marocanus* Velu, par M. *Jacques Colas-Belcour*. 1316
— Voir *Médecine expérimentale*.
Acétate. — Voir *Gallium*.
Acétones. — Voir *Cétones Équilibres chimiques*.
Acide. — Voir *Cétones*.
Acide fluorhydrique. — Voir *Chimie minérale*.
Acide gras. — Voir *Éthers*, *Polarisation*.
Acide oléique. — Voir *Molécules*.
Acide oxalique. — Voir *Chimie minérale*.
Acide tartrique. — Sur l'absorption des solutions aqueuses d'acide tartrique et de tartrates alcalins; par MM. *G. Bruhat* et *R. Legris*... 745
— Sur la dispersion rotatoire de l'acide tartrique et des tartrates alcalins en solution aqueuse; par MM. *G. Bruhat* et *R. Legris*............. 904
Aciers. — Voir *Corrosion*.
Acoustique. — Sur la détermination de la vitesse du son, basée sur la théorie cinétique des gaz; par M. *S. Drzewiecki*..................... 122
— Voir *Onde aérienne*.
Acoustique expérimentale. — Voir *Surdité*.
Adsorption. — Du rôle probable des complexes ammoniés dans l'adsorption des sels de cuivre et de nickel par l'hydroxyde ferrique; par Mlle *L.-S. Lévy*..................... 426
— Voir *Chimie minérale*.
Aérodynamique. — Nouveau principe d'établissement des grandes souffleries aérodynamiques; par M. *A. Lapresle*...................... 632
Aéronautique. — Observations sur le tour du monde par le *Graf Zeppelin*; par M. *F.-E. Fournier*... 345
Aérophagie. — La radiothérapie de l'aérophagie; par M. *Jean Saidman*. 950
Alcaloides. — Spartéine et hordénine; par M. *Raymond-Hamet*......... 651
— Cocaïne gauche et pseudococaïne droite: toxicité comparée et destruction différente par l'organisme animal; par MM. *Fernand Mercier* et *Jean Régnier*............... 872
— Sur les alcaloïdes de l'*Anabasis aphylla*; par M. *A. Orekhoff*...... 945
— Action des savons sur la toxicité de

Pages.
certains alcaloïdes (cryptoalcaloïdes); par M. *Léon Velluz*......... 1325
— Voir *Chimie physique.*
Alcool. — Sur l'alcool hexahydrophényléthylique et quelques-uns de ses homologues; par M. *Georges Darzens*...................... 852
— Sur l'alcool phényldiméthyléthylique primaire et quelques-uns de ses dérivés; par MM. *Georges Darzens* et *André Lévy*................. 1287
— Voir *Chimie analytique, Cyclohexane.*
Aldéhyde. — Action des dérivés organomagnésiens mixtes sur l'acétal propargylique; M. *J. Grard*...... 541
— Sur quelques réactions de l'acétal propargylique; par M. *J. Grard*.. 925
Aldéhyde acétique. — Voir *Électrochimie.*
Algèbre. — Une formule sommatoire; par M. *Rodolphe Raclis*.......... 433
— Sur la théorie des idéaux dans les corps algébriques infinis; par M. *Chevalley*..................... 616
Algologie. — De l'action des fortes pressions sur la respiration des algues; par M. *Maurice Fontaine*.. 647
— Sur quelques algues iodifères nouvelles; par M. *Pierre Dangeard*.... 862
— Sur l'hétérogamie d'une Cladophoracée, *Lola* (nov. gen.) *lubrica* (Setch. et Gardn.); par MM. *A.* et *G. Hamel*..................... 1094
Alimentation. — Sur l'action des graines germées dans l'alimentation; par M. *Laurent Raybaud*......... 1015
— Voir *Stérols.*
Allantoïne. — Transformation diastasique de l'acide urique en acide allantoïque; par MM. *R. Fosse*, *A. Brunel* et *R. de Græve*......... 213
— *Errata* relatifs à cette communication.......................... 653
— Sur l'allantoïnase et l'origine de l'acide allantoïque chez les végétaux; par MM. *R. Fosse, A. Brunel,* et *P. de Græve*................. 716
Alliages. — Sur les cupro-aluminium au manganèse, à l'étain et au cobalt; par M. *Ernest Morlet*...... 102
— Limite de solubilité du cuivre dans les ferronickels réversibles; par M. *P. Chevenard*................ 576
— Traitement thermique des ferronickels complexes à deux constituants; par M. *P. Chevenard*...... 846
— Voir *Corrosion, Métallurgie.*
Aluminium. — Sur l'attaque de l'aluminium par les solutions ammoniacales; par M. *J. Calvet*........... 485
— Voir *Alliages, Corrosion.*
Amides. — Sur un nouveau produit dérivé du pyramidon; par MM. *Raymond Charonnat* et *Raymond Delaby*........................ 850
— Constitution du dioxypyramidon; par MM. *Raymond Charonnat* et *Raymond Delaby*................ 1285
— Voir *Thermochimie.*
Amines. — Étude des cobalti-pentammines et recherches sur un nouveau cas d'isomérie; par M. et Mme *Clément Duval*................. 537
— Nouvelle méthode générale de préparation des amines primaires et secondaires; par MM. *A. Guyot* et *M. Fournier*.................. 927
— Voir *Éthers.*
Ammoniaque. — Voir *Adsorption.*
Amylase. — Voir *Sérologie.*
Analyse mathématique. — Sur certains problèmes analogues au problème de la chaleur; par M. *Georges Giraud*........................ 352
— *Errata* relatifs à cette communication.......................... 432
— Voir *Calcul intégral, Ensembles, Équations différentielles, Équations différentielles linéaires, Équations intégrales, Espaces, Fonctions, Fonctions holomorphes, Fonctions hypergéométriques, Fonctions implicites, Fonctions méromorphes, Géométrie infinitésimale, Groupes, Intégrales, Logique mathématique, Séries.*
Analyse quantitative. — Voir *Gaz.*
Anaphylaxie. — Voir *Colloïdes.*
Anatomie végétale. — Sur l'ontogénie de la feuille végétative du *Carex Glauca* L.; par M. *A. Guichard*.... 368
Anatoxines. — Voir *Immunologie.*
Annélides. — Nouvelles observations sur les stolons sexués du *Syllis* (*Haplosyllis*) *spongicola* Grube (Annélide polychète); par MM. *Ch. Gravier* et *J.-L. Dantan*......... 137
Anydrides. — Sur les anhydrides dial-

Pages.
coyloxysucciniques; par M. *P. Cordier* 538
ARGENT COLLOIDAL. — Voir *Photochimie.*
ARACHNIDES. — Sur la glande céphalothoracique d'une Araignée (*Scytodes thoracica* Latr.); par M. *J. Millot* 119
ARSENIC. — Voir *Spectroscopie.*
ARITHMÉTIQUE. — Sur l'extraction des racines de tableaux carrés; par M. *Herbert Ory* 894
— Sur les nombres transcendants; par M. *A. Gelfond* 1224
ASTRONOMIE. — Sur le relevé rapide de la position photographique précise d'un astre errant ou non catalogué; par la méthode de Schlesinger; par M. *J. Ph. Lagrula* 88
— Voir *Etoiles, Heure.*
ASTRONOMIE PHYSIQUE. — Nouveau mode de représentation des particularités des couches sphériques solaires; par M. *Da Costa Lobo* 277
— Voir *Éclipses, Mercure, Soleil.*
ATMOSPHÈRE. — Voir *Décharge, Ozone, Physique du globe.*

Pages.
ATOMISTIQUE. — Sur le calcul des fréquences atomiques dans les solides; par M. *R. de Mallemann* 736
AUTOMOBILE. — Les variations de sensibilité des freins autoserreurs sur véhicule automobile; par M. *D.-S. de Lavaud* 1059
AUTOXYDATION. — Sur l'existence d'un équilibre chimique dans l'autoxydation; par MM. *A. Gillet* et *D. Guirchfeld* 691
— Sur l'autoxydation de l'hydroquinone; par MM. *René Dubrisay* et *Albert Saint-Maxen* 694
— Sur l'auto-oxydation de l'acide abiétique; par MM. *G. Dupont* et *J. Lévy* 763
— Sur l'autoxydation de l'acide abiétique. Action des catalyseurs; par MM. *G. Dupont* et *J. Lévy* 920
AVIATION. — Possibilités nouvelles de vol avec un moteur stoppé sur avions bimoteurs; par M. *D. S. de Lavaud* 144
— Voir *Ondes hertziennes.*
AZOÏQUES. — Voir *Cétones.*

B

BACTÉRIOLOGIE. — Sur les effets pathogènes exercés chez l'homme et chez l'animal, par l'exotoxine neurotrope du *Bacillus coli;* par M. *H. Vincent* 381
— M. *Paul Vuillemin* fait hommage d'un ouvrage «Les animaux infectieux» 476
— Voir *Nitrification, Pathologie végétale.*
BARRAGES. — Voir *Hydrodynamique.*
BAUXITES. — Sur la bœhmite des bauxites; par MM. *Raymond Hocart* et *Jacques de Lapparent* ... 995
BENZÈNE. — Sur une nouvelle méthode de synthèse du propylbenzène, du propénylbenzène et de leurs homologues; par MM. *L. Bert* et *M. Anglade* 645
— Voir *Carbures d'hydrogène.*
BENZOL. — Voir *Combustibles.*
BIOLOGIE. — Sur le comportement de *Locusta migratoria* L. subsp. *mimigratorioides* Rch. et Frm. phasis *transiens;* par M. *B. N. Zolotarevski.* 131
— Sur le phénomène de modification de l'atteinte toxique des *Convoluta* en fonction de leur groupement; par M. *J.-André Thomas* 948
— Voir *Embryogénie, Mycrobiologie, Protozoaires.*
BIOLOGIE PHYSICO-CHIMIQUE. — Sur l'hypothèse du rayonnement mitogénétique; par Mlle *Choucroun* 782
BIOLOGIE VÉGÉTALE. — Suite des recherches sur le caractère précocité et son hérédité dans le *Lepidium sativum;* par M. *Pierre Lesage* 773
— Voir *Algologie, Hybrides.*
BOIS. — Influence du vieillissement artificiel sur les propriétés mécaniques des bois; par MM. *Roger Lyon, G. Fron* et *Fournier* 992
BOTANIQUE. — Sur la reproduction du *Caulerpa;* par M. *R. Dostal* 493

Pages.

— M *Camille Sauvageau* fait hommage d'un mémoire « Sur le développement de quelques Phéosporées ».. 609
— Un nouveau genre modifiant un peu notre conception de la famille des Malvacées; par M. *B. P. C. Hochreutiner* 1300
— Voir *Algologie, Biologie végétale, Champignons, Cytologie, Cytologie, végétale, Mycologie.*

Pages.

BOTANIQUE APPLIQUÉE. — Voir *Alimentation, Parasitologie.*
BROMURE. — Voir *Plomb.*
BROMURE DE MAGNÉSIUM. — Voir *Cyclohexane.*
BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE. — 136, 216, 311, 344, 504, 548, 654, 787, 812, 883, 953, 1042, 1105, 1182, 1208
BUTÈNE. — Voir *Carbures.*

C

CAISSE DES RECHERCHES SCIENTIFIQUES. — M. *le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-arts* invite l'Académie à lui désigner un de ses membres qui occupera, dans la troisième section de la Caisse des recherches scientifiques, la place vacante par la mort de M. *Ch. Moureu* 407
— M. *Émile Picard* est désigné 668
CALCIUM. — Voir *Chimie physiologique.*
CALCUL INTÉGRAL. — Sur le problème fondamental du calcul intégral absolu; par M. *Z. Horák* 19
CANDIDATURES. — M. *E. Esclangon* pose sa candidature à la place vacante dans la Section d'astronomie par la mort de M. *P. Puiseux*.. 476
— M. *E. Blaise* pose sa candidature à la place vacante dans la Section de chimie par la mort de M. *Ch. Moureu* 476, 794
— M. *H. Vallée* pose sa candidature à la place vacante dans la Section d'économie rurale par la mort de M. *L. Lindet* 477
— MM. *G. Darzens, M. Delépine* posent leurs candidatures à la place vacante dans la Section de chimie par la mort de M. *Ch. Moureu* 554
— M. *A. Wahl* fait de même 722
— M. *Ch. Camichel* pose sa candidature à la place de membre non résidant vacante par la mort de M. *Ch. Depéret* 722
— M. *Ch. Maurain* pose sa candidature à la place vacante dans la Section d'astronomie par la mort de M. *H. Andoyer* 722
— M. *Jules Baillaud* pose sa candidature à la place vacante dans la Section d'astronomie par la mort de M. *P. Puiseux* 793
— M. *G. Moussu* pose sa candidature à la place vacante dans la Section d'économie rurale par la mort de M. *L. Lindet* 794
— Liste de candidats à la place vacante dans la Section d'astronomie par la mort de M. *P. Puiseux :* 1° M. *Ernest Esclangon;* 2° MM. *Jules Baillaud, Émile Belot, Aymar de La Baume Pluvinel, Charles Nordmann, Pierre Salet*... 882
— Liste de candidats à la place de Membre non résidant vacante par la mort de M. *Ch. Depéret :* 1° M. *Charles Nicolle;* 2° MM. *Charles Camichel, Lucien Cuénot, Camille Sauvageau, Magnus de Sparre* ...., 951
— Liste de candidats à la place vacante par la mort de M. *Ch. Moureu :* 1° M. *Marcel Delépine;* 2° M. *Edmond Blaise;* 3° MM. *Paul Lebeau, Robert Lespieau, Marc Tiffeneau, André Wahl* 1041
— M. *Abel Gruvel* pose sa candidature à la place vacante dans la Section d'économie rurale, par la mort de M. *Lindet* 1190
CARBONATE. — Voir *Organomagnésiens.*
CARBONATES ALCALINS. — Voir *Plomb.*
CARBONATES DE CHAUX. — Voir *Pathologie végétale.*
CARBURANTS. — Variation de la température d'allumage spontané des carburants additionnés de diffé-

Pages.

rentes substances; par M. *A. Grebel* 90
— Id. additionnés de plusieurs corps, en fonction de la proportion de ces différents corps dans le mélange; par M. *A. Grebel* 856
CARBURES. — Sur la polymérisation de l'éthylène par l'effluve. Synthèse du butèneet de l'hexène; par MM. *Georges Mignonac* et *René Vanier de Saint-Aunay* 106
CARBURES D'HYDROGÈNE. — Sur la chloruration électrolytique du benzène en milieu méthylique; par M. *Paul Jayles* 686
— Fixation de l'acétylène par le bromure de phényl-magnésium en présence de perchlorure de fer; par MM. *André Job* et *Georges Champetier* 1089
— Voir *Benzène, Carbures, Cétones.*
CATALYSE. — Sur l'action sélective d'un catalyseur d'hydrogénation; par M. *M. Bourguel* et Mlle *V. Gredy*.. 757
— Sur le mécanisme de l'hydrogénation catalytique; par M. *M. Bourguel* et Mlle *V. Gredy* 909, 1083
— Voir *Autoxydation, Chimie minérale.*
CÉTONES. — Sur la réduction des semicarbazones des acides α-cétoniques. Semicarbazides subtituées en 1 par des restes acides; par M. *J. Bougault* et Mlle *L. Popovici* 186
— Recherches stéréochimiques dans la série de la benzalacétophénone. L'isomérie stéréochimique des α-bromo-β-éthoxybenzalacétophénones; par MM. *Charles Dufraisse* et *Roger Netter* 299
— Obtention d'azoïques mixtes correspondant à des alcoylacétylacétones; par M. *G. Favrel* 335
— Condensation du chlorure de l'acide diméthylacrylique avec le benzène. Obtention de la diméthylvinylphénylcétone; par M. *Georges Darzens*. 766
— Voir *Autoxydation, Chimie végétale, Cycles mixtes, Protéines.*
CHALEUR. — Chaleur de solidification et chaleur de dissolution du saccharose; par M. *A. Tian* 164
— Sur la détermination de la chaleur de dissolution limite de quelques sels hydratés (méthode directe), par M. *J. Perreu* 167
— Sur la mesure de la chaleur de dissolution limite des sels hydratés (méthode des chaleurs de dilution); par M. *J. Perreu* 285
— Sur la détermination des chaleurs de dilution des sels hydratés (deuxième méthode); par M. *J. Perreu*... 462
— Sur la température d'ébullition de l'eau en fonction de la pression; par MM. *A. Zmaczynski* et *A. Bonhoure* 1069
CHAMP ÉLECTRIQUE. — Voir *Électricité atmosphérique.*
CHAMPIGNONS. — Sur les ferments solubles sécrétés par les Champignons hyménomycètes. Les constituants phénoliques des essences et la fonction antioxygène; par M. *L. Lutz*. 62
— Id. Comparaison du pouvoir antioxygène du tanin et des constituants phénoliques des essences; par M. *L. Lutz* 134
— Voir *Mycologie.*
CHEMINS DE FER. — Voir *Transports.*
CHIMIE. — Voir *Hydrocarbures.*
CHIMIE AGRICOLE. — La chaux active des scories de déphosphoration et des phosphates dits « désagrégés »; par MM. *Ch. Brioux* et *Edg. Jouis*. 117
— Fixation et mobilisation de P^2O^5 dans les limons; par MM. *A. Démolon* et *G. Barbier* 1310
— Voir *Économie rurale.*
CHIMIE ANALYTIQUE. — Microdosage du carbone et dosage de cet élément dans la terre végétale; par M. *Maurice Nicloux* 768
— Dosage du fluor à l'état de fluorure de calcium; par MM. *E. Carrière* et *Rouanet* 1281
— Sur la précipitation des sucres et des polyols à l'état de complexe cuprobarytique; par MM. *P. Fleury* et *P. Ambert* 1282
— Voir *Chimie agricole, Gaz.*
CHIMIE APPLIQUÉE. — Voir *Carburants.*
CHIMIE BIOLOGIQUE. — A propos du potentiel d'oxydo-réduction de tissus des mammifères; par M. *Ernst A. H. Friedheim* 266
— Voir *Alcaloïdes, Protéines, Sérologie, Titane, Tumeurs.*

Pages.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — Voir *Bois*.
CHIMIE MINÉRALE. — Complexes dérivés de l'acide triazine-tricarboxylique; par MM. *Paul Pascal* et *René Lecuir*........................ 49
— De l'influence de l'ammoniaque sur l'adsorption des sels de cuivre ou de nickel; par M. *M. Geloso* et Mlle *L.-S. Lévy*................ 175
— Sur l'oxydabilité du silicium et sa solubilité dans l'acide fluorhydrique; par M. *Ch. Bedel*........ 180
— Influence de divers sels sur la dissolution de l'aluminium pur dans l'acide chlorhydrique; par M. *J. Calvet*........................ 183
— Sur l'oxydation et la réduction des silicates de fer par les gaz; par M. *B. Bogitch*.................... 581
— Sur la catalyse de la solubilité du silicium dans l'acide fluorhydrique et l'influence de la trempe; par M. *Ch. Bedel*.................. 643
— Sur quelques combinaisons de l'oxyde de germanium et de l'acide oxalique; par MM. *Jacques Bardet* et *Arakel Tchakirian*............. 914
— Action de la vapeur d'iode sur la vapeur de phophore. Produit de volatilité; par M. *H. Pélabon*..... 1085
— Nouveau procédé de fabrication de l'alumine par voie humide; par M. *J. Séailles*.................... 1276
— Sur la préparation et les propriétés des borures de tantale et de colombium; par M. *L. Andrieux*........ 1279
— Voir *Adsorption*, *Aluminium*, *Amines Cobalt*, *Équilibres chimiques*, *Gallium*, *Manganèse*, *Mercure*, *Nitrification*, *Oxydation*, *Plomb*, *Zirconium*.
CHIMIE ORGANIQUE. — La teneur en eau des huiles essentielles et de la térébenthine; par M. *Hugh Nicol*.. 289
— Voir *Absorption*, *Alcool*, *Aldéhydes*, *Allantoïne*, *Amides*, *Amines*, *Anhydrides*, *Auto-oxydation*, *Benzène*, *Carburants*, *Cétones*, *Cycles mixtes*, *Cyclohexane*, *Éthers*, *Isomères*, *Organomagnésiens*, *Protéines*, *Rubrènes*.
CHIMIE PATHOLOGIQUE. — Voir *Sérologie*.
CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — Mesures de l'activité du chlorhydrate de cocaïne sur différents troncs nerveux; par M. *J. Régnier*......... 264
— Le calcium du sang des moutons normaux et des moutons éthyroïdés; par MM. *P. V. Botchkareff* et M. *P. Danilova*.............. 304
— Action des succédanés de la cocaïne sur les troncs nerveux. Comparaison de leur activité sur les fibres sensitives à leur activité sur les fibres motrices; par M. *J. Régnier*....................... 339
— Sur le pouvoir mercuro-réducteur de l'urine normale; par MM. *H. Pénau* et *G. Tanret*.................. 713
— Recherches sur l'antagonisme de la base tropine (tropanol) et de la pilocarpine sur le cœur; par M. *René Hazard*.................. 874
— Action des substances minérales sur le métabolisme azoté endogène; par M. *Émile-P. Terroine* et Mlle *Thérèse Reichert*............... 1019
— Recherches sur la phylloérythrine; par M. *L. Marchlewski*.......... 1032
— Sur la transformation de l'acide pyruvique en acide lactique dans le foie; par Mme *Y. Khouvine*, MM. *E. Aubel* et *L. Chevillard*........ 1102
— Pseudococaïne droite et cocaïne gauche : essais comparés de rachianesthésie chez le chien; par MM. *Jean Régnier* et *Fernand Mercier*. 1321
— Voir *Graines*, *Physiologie végétale*.
CHIMIE PHYSIQUE. — Densités du potassium et du sodium liquide; par M. *E. Rinck*.................... 39
— *Erratum* relatif à cette communication.......................... 135
— Sur les suspensions de kaolin dans divers milieux; par MM. *René Dubrisay*, *Jean Trillat* et *Astier*... 41
— Action des hautes températures sur quelques sulfures métalliques; par M. *Picon*.......................... 96
— Quelques relations entre la constitution chimique, l'absorption et la fluorescence des alcaloïdes; par M. *A. Andant*.................. 98
— Équilibres micellaires et équilibres de membranes; par MM. *J. Duclaux* et *R. Titeica*............. 101
— Sur l'existence de l'aluminate mono-

Pages.
calcique en solution; par MM. *A. Travers* et *Schnoutka*........ 182
— Compressibilité de l'oxyde de carbone à 0° au-dessus de 50 atmosphères; par M. *Severiano Goig*... 246
— Sur les propriétés hydrophiles du collagène; par MM. *L. Meunier* et *K. Le Viet*........ 911
— La prévision de l'azéotropisme binaire; par M. *Maurice Lecat*...... 990
— Voir *Alliages, Catalyse, Chimie minérale, Colloïdes, Corrosion, Dissociation, Équilibres chimiques, Fonte, Glucides, Hydrocarbures, Plomb, Polarisation, Stérols.*
Chimie végétale. — Les Papilionacées-Lotées à acide cyanhydrique; par M. *Paul Guérin*................ 115
— Sur la transformation des glucides au cours du mûrissement des bananes; par MM. *Bridel* et Mlle *C. Bourdouil*..................... 543
— Des pertes en alcaloïdes au cours de la dessiccation des plantes dans des conditions variées; par M. *A. Guillaume*..................... 706
— Variations dans la composition des rameaux frais de l'Amélanchier (*Amelanchier vulgaris* Mœnch) au cours de la végétation d'une année; par MM. *M. Bridel* et *J. Rabaté*... 776
— Sur la présence de la β-ionone dans un produit naturel; par M. *Sébastien Sabetay*.................... 808
— Sur le dosage du soufre et du phosphore dans les plantes; par MM. *Gabriel Bertrand* et *L. Silberstein*.. 886
— Protéolyse et protéogénèse chez les plantes ligneuses au cours de l'été et de l'automne; par MM. *R. Combes* et *M. Piney*................ 942
— La teneur en acide cyanhydrique des *Lotus*, par M. *Paul Guérin*....... 1011
— Importance relative du soufre et du phosphore dans la nutrition des plantes; par MM. *Gabriel Bertrand* et *L. Silberstein*........... 1045
— Sur la répartition du picéoside (picéine de Ch. Tanret dans le règne végétal); par MM. *M. Bridel* et *J. Rarata*................... 1304
— Influence du traitement à l'alcool sur l'extraction du tannin des végétaux; par M. *E. Michel-Durand*. 1309

Pages.
— Voir *Alcaloïdes, Algologie, Allantoïne, Diastase, Graines, Mycologie, Stérols.*
Cholestérol. — Voir *Stérols.*
Chronaxie. — Voir *Électrophysiologie.*
Chronométrie. — Extension des conditions de Phillips concernant le spiral; par M. *J. Haag*........... 86
— I. Extension de la méthode de Résal-Caspari pour la déformation du spiral. — II. Sur la suspension élastique des pendules; rectification de priorité; par M. *J. Haag*... 142
— Contribution à l'étude expérimentale de la déformation du spiral plat; par M. *G.-P. Arcay*......... 479
— Contribution à l'étude expérimentale de la déformation du spiral plat; par M. *G.-P. Arcay*............. 900
— Théorie générale de la synchronisation; par M. *J. Haag*.......... 1244
Cobalt. — Sur les sulfates acides cobaltiaquopentammoniques et diaquotétrammoniques; par MM. *P. Job* et *Liou Oui Tao*................ 641
— Voir *Alliages, Magnétisme.*
Cocaïne. — Voir *Chimie physiologique.*
Cœur. — Voir *Chimie physiologique, Respiration.*
Colloïdes. — Contribution à l'étude de la structure des gelées. Étude des gelées obtenues avec les sels de quinine, d'optoquine et d'eucupine; par M. *Pierre Thomas* et Mlle *Marie Sibi*................ 292
— Pectographie des solutions colloïdales de sulfures métalliques, par MM. *Paul Bary* et *José V. Rubio*.. 294
— Polarisation diélectrique des solutions d'ovalbumine; par Mlle *Y. Garreau* et M. *N. Marinesco*...... 331
— Sur une évolution lente des mélanges de solutions colloïdales rappelant les effets anaphylactiques; par M. *A. Boutaric* et Mlle *M. Dupin*..... 754
— Sur l'examen microscopique des poudres colloïdales en lumière polarisée; par MM. *A. Michel-Lévy* et *H. Muraour*.................... 1192
— Polarisation diélectrique et structure des colloïdes hydrophiles; par M. *Néda Marinesco*................ 1274
Combustibles. — Sur une méthode d'essai du benzol-moteur; par

Pages.
MM. *R. Brunschwig* et *L. Jacqué*. 486
Combustibles liquides. — Voir *Carburants.*
Commissions académiques. — MM. *E. Picard*, *G. Kœnigs* (Sciences mathématiques); MM. *A. Lacroix*, *F. Mesnil* (Sciences physiques); MM. *P. Sabatier*, *Ch. Flahault* (membres non résidants) sont désignés pour faire partie de la Commission qui dressera une liste de candidats à la place de membre non résidant, vacante par la mort de M. *Ch. Depéret* 819
Commissions administratives. — MM. *P. Appell* et *E.-L. Bouvier* sont réélus membres des Commissions administratives........ 957
Compressibilité. — Voir *Chimie physique.*
Conductibilité. — Sur la conductibilité des sels solides aux températures élevées; par M. *L. Jolland*. 743
Congrès international du paludisme. — M. *F. Mesnil* est délégué au deuxième Congrès qui aura lieu à Alger en 1930........ 819
Congruences. — Déformation des congruences stratifiables; par MM. *S. Buscheguennce* et *S. Rossinski*.... 140
— Sur les suites de Laplace contenant des congruences de Wilczynski; par M. *S. Finikoff*........ 517
Conservatoire national des arts et métiers. — Liste présentée à M. le Ministre de l'instruction publique comprenant deux candidats à la chaire de Machines : MM. *Casimir Monteil* (1re ligne) et *Paul Dufour* (2e ligne)........ 77
Contagion. — Mode de transmission de l'érythème polymorphe aigu épidémique; par MM. *C. Levaditi* et *F. R. Selbie*........ 1332
Corrosion. — La corrosion des alliages d'aluminium dans la vapeur d'eau surchauffée; par MM. *Léon Guillet* et *Ballay*........ 551
— Nouvelles observations sur la dissymétrie des figures de corrosion obtenues par un liquide isotrope actif; par M. *L. Royer*........ 932
— La corrosion des aciers cémentés ou nitrurés; par MM. *Léon Guillet* et *Marcel Ballay*........ 961
— Sur l'altération des propriétés mécaniques des tôles de duralumin après corrosion par l'eau de mer; par MM. *E. Herzog* et *G. Chaudron*........ 1087
Corse. — Voir *Orogénie.*
Cosmogonie. — Voir *Nébuleuse.*
Courants a haute fréquence. — Mécanisme d'action du bistouri électrique à haute fréquence (effets thermiques et mécaniques des courants de haute fréquence sur les tissus); par MM. *Ch. Champy* et *M. Heitz-Boyer*........ 1039
— Id. (Étude des effets mécaniques des courants de haute fréquence : leur action hémostatique sur les vaisseaux); par MM. *Ch. Champy* et *M. Heitz-Boyer*........ 1328
Courants alternatifs. — Sur le calcul des chutes de tension des transformateurs de tension des courants alternatifs, quand ils exigent un fort courant d'excitation; par M. *André Blondel*........ 346
— Sur l'emploi d'un détecteur à galène dans les mesures opérées par courant variable; par M. *A. Guillet*... 1070
— Voir *Résistance électrique.*
Courbes. — Voir *Géométrie.*
Craie. — Voir *Lithologie.*
Cristallographie. — Sur la structure cristalline du borure de thorium; par M. *G. Allard*........ 108
— Introduction à une théorie des phénomènes magnétiques dans les cristaux; par M. *Jean Becquerel*... 127
— Voir *Absorption*, *Corrosion*, *Minéralogie*, *Optique cristalline*, *Piézoélectricité.*
Croissance. — Voir *Physiologie.*
Croissance des fonctions. — Sur la croissance des fonctions analytiques et de leurs dérivées; par M. *W.-S. Fédoroff*........ 837
Cryptogamie. — Voir *Champignons*, *Mycologie*, *Titane.*
Cuivre. — Voir *Alliages.*
Cycles mixtes. — Recherches dans la série des phénylindènes. Extension de la réaction de Wolff à la préparation directe d'un hydrocarbure hydrindénique à partir de la cétone correspondante; par MM. *Charles*

Pages.
Moureu, Charles Dufraisse et *Paul Gagnon* 217
— Synthèse de quelques mésoporphyrines; par MM. *Hans Fischer* et *Albert Kirrmann*................ 467
— Transpositions d'oxydes d'éthylène dans la série terpénique; par M. *Marcel Faidutti*................ 854
CYCLOHEXANE. — Sur quelques éthers-sels des cyclohexanedrols-1.4 et 1.3 (quinite et résorcite); par MM. *L. Palfray* et *B. Rothstein*........ 188
— Sur la rétrogradation du cycle en C^6 au cycle en C^5 à l'aide de l'éthérate de bromure de magnésium; par M. *Pierre Bedos*.................. 255
— Sur les dérivés halogénés du cyclohexanediol-1.4 (quinite); par MM. *L. Palfray* et *B. Rothstein*........ 701
CYTOLOGIE. — Sur le pigment et les variations chromatiques de quelques Reptiles du groupe des *Agamidæ*; par Mlle *M.-L. Verrier* et M. *A. Panu*.................... 205
— Étude cytologique de l'autofécondation chez *Limnæa auricularia* L; par M. *Marc de Larambergue*..... 1027
— Évolution du chondriome dans les graines de *Phaseolus multiflorus;* par M. *N. Wagner*.............. 1098
CYTOLOGIE ANIMALE. — Les tégosomes dans la spermatogenèse des Mollusques prosobranches et leurs rapports avec le noyau; par M. *P. Grassé* et Mlle *O. Tuzet*........ 341
— Une démonstration expérimentale des lois de sexualisation cytoplasmique; par M. *Ph. Joyet-Lavergne*. 409
CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — Recherches cytologiques sur l'assise nourricière des grains de pollen d'*Helleborus fœtidus; Euphorbia Sauliana* et *E. Peplus;* par Mlle *Germaine Py*.... 1298
— Le chondriome de l'embryon chez *Cucurbita Pepo* dans la graine sèche et pendant la germination; par M. *N. Wagner*.............. 1302

D

DÉCÈS DE MEMBRES ET DE CORRESPONDANTS. — De M. *Auguste Lebeuf*, Correspondant pour la Section d'astronomie 121
— De Sir *E. Ray Lankester*, Associé étranger........................ 352
— De M. *William Henry Perkin*, Correspondant pour la Section de chimie.......................... 597
DÉCHARGE. — Sur une forme de la décharge à la pression atmosphérique; par M. *Maurice Melcion*.... 112
— Contribution à l'étude du champ cylindrique dans l'air ionisé à la pression ordinaire; par MM. *Pauthenier* et *Mallard*.............. 635
— Contribution à l'étude du champ cylindrique dans l'air ionisé à la pression ordinaire. Contrôle expérimental; par MM. *Pauthenier* et *Mallard*....................... 843
— Sur la disparition de l'hydrogène dans les tubes à décharge; par M. *René Delaplace*................ 849
DÉCRETS. — Approuvant l'élection de M. *Ernest Esclangon* en remplacement de M. *P. Puiseux*........ 1045
— Id. de M. *Charles Nicolle* en remplacement de M. *Ch. Depéret*..... 1189
DENGUE. — Quelques données expérimentales sur le virus de la Dengue; par MM. *Georges Blanc* et *J. Caminopetros*........................ 594
DIASTASES. — Voir *Allantoïne.*
DIÉLECTRIQUES. — Charges électriques développées dans certains diélectriques amorphes sous l'action de la pression; par MM. *Albert Turpain* et *Michel Durepaire*........ 739
DIFFÉRENCE DE POTENTIEL. — Sur l'effet Volta dans la vapeur d'eau et dans l'hydrogène; par M. *Emmanuel Dubois*.................... 93
— Sur l'effet Volta. Influence de l'oxydation des électrodes; par M. *Emmanuel Dubois*................. 1260
DIFFUSION MOLÉCULAIRE. — Spectres de Raman des para, ortho, métaxylènes; par Mlle *W. Czapska*....... 32
DIPHTÉRIE. — Voir *Toxine.*

Pages.

DISSOCIATION. — Sur la dissociation de l'hydrure de calcium H^2Ca; par M. *Paul Remy-Cenneté* 579
DISSOLUTION. — Voir *Chaleur*.
DYNAMIQUE ANALYTIQUE. — Sur les mouvements presque périodiques; par M. *A. Markoff* 732
DYNAMIQUE DES FLUIDES. — Sur l'écoulement des gaz à travers un orifice en mince paroi, à des températures variables; par M. *Marcel Chopin*.. 979
— *Erratum* relatif à cette communication 1334

E

EAUX MINÉRALES. — Voir *Hydrologie*.
ÉBULLIOSCOPIE. — Voir *Équilibres moléculaires*.
ÉCHINIDES. — Observations sur les *Psammechinus miliaris* Klein (Échinides) de la baie de Seine; par M. *Jean Mercier* 1100
ÉCLIPSES. — Résultats obtenus pendant l'éclipse du 9 mai 1929 par la mission de l'Observatoire de Strasbourg à Poulo Condore; par M. A. *Danjon* 1190
ÉCOLE CENTRALE DES ARTS ET MANUFACTURES. — M. *L. Guillet* fait hommage du « Compte rendu des fêtes de son Centenaire (1929) » ... 553
ÉCOLE POLYTECHNIQUE. — MM. *H. Deslandres* et *H. Le Chatelier* sont désignés pour faire partie du Conseil de perfectionnement de cette École 16
— M. *le Ministre de la Guerre* annonce qu'il a nommé MM. *H. Le Chatelier* et *H. Deslandres* membre du Conseil de perfectionnement de cette École 554
ÉCONOMIE RURALE. — La lutte entre les plantes cultivées et les microorganismes du sol pour leur nutrition minérale; action du sang desséché sur l'engrais phosphaté; par M. *D. Chouchak* 262
— Contribution à nos connaissances sur le Piétin du Blé; par MM. *Et. Foëx* et *Et. Rosella* 777
— Voir *Élevage, Parasitologie*.
EFFET PHOTO-VOLTAÏQUE. — Voir *Photo-électricité*.
ÉLASTICITÉ. — Sur la stabilité d'une plaque renfermée entre deux cercles concentriques; par M. *A. Lokchine* 316
— Force moyenne exercée par la vibration stationnaire d'une corde sur un anneau dans lequel la corde passe; par M. *Takeuchi* 459
— Sur une formule généralisant l'intégrale de Cauchy et sur les équations de l'élasticité plane; par M. *N. Théodoresco* 565
— Sur la flexion d'une poutre anisotrope; par M. *A. Lokchine* 840
— *Erratum* relatif à cette communication 1334
— Voir *Chronométrie*.
ÉLECTIONS DE MEMBRES ET CORRESPONDANTS. — M. *Ernest Esclangon* est élu membre de la Section d'astronomie en remplacement de M. *P. Puiseux* décédé 893
— M. *Charles Nicolle* est élu membre non résidant en remplacement de M. *Charles Depéret* décédé 963
ÉLECTRICITÉ. — Voir *Conductibilité, Décharge, Différence de potentiels, Galvanomètre, Ondes ultra courtes, Radioactivité, Résistance électrique*.
ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — Variations du champ électrique terrestre à la Station du Sommet du puy de Dôme; par MM. *E. Mathias* et *Ch. Jacquet* 14
— La genèse des orages de chaleur et leur prévision à l'aide des atmosphériques; par M. *Jean Lugeon*.. 363
— Sur la formation des charges électriques dans les nuages; par M. *C. Dauzère* 1092
— Sur la variation diurne des parasites atmosphériques : moyennes mensuelles, variation annuelle, influences météorologiques; par M. *R. Bureau* 1293
— Voir *Foudre*.

Pages.

Électricité industrielle. — Constantes caractéristiques des générateurs électriques; par M. *Eduardo Mª Galvez* 329
— Chute de potentiel dans les générateurs électriques; par M. *Eduardo Mª Galvez* 360
— Voir *Courants alternatifs.*
Électrochimie. — Étude de la pile gaz ammoniac-oxygène; par MM. *C. Marie* et *C. Haenny* 149
— Sur la polarisation des membranes sous l'effet des lames métalliques; M. *J. Loiseleur* 170
— Potentiel d'une électrode inerte dans une solution d'aldéhyde acétique; par M. *Louis Rapkine* 171
— Sur l'effet balistique exercé par les lames métalliques polies; par M. *J. Loiseleur* 245
— Voir *Carbures, Carbures d'hydrogène, Glucides, Manganèse,* pH.
Électrolyse. — Voir *Manganèse, Piles.*
Électromagnétisme. — Sur des analogies gyroscopiques de l'induction mutuelle et des fuites magnétiques par M. *Bernard Salomon* 354
Électronique. — Sur les potentiels critiques et les arcs à faible tension dans l'hydrogène; par M. *Stefan Vencov* 27
— L'excitation des spectres de l'hydrogène par choc électronique; par M. *Stefan Vencov* 279
— Voir *Relativité, Spectroscopie.*
Électrooptique. — Sur la réflexion et l'absorption des rayons X de grande longueur d'onde; par M. *M. A. Valouch* 283
Électrophysiologie. — Chronaxies sensorielles cutanées chez l'Homme normal; par M. *Georges Bourguignon* 305
Électrostatique. — Voir *Décharge.*
Élevage. — De la préparation de laits artificiels pour l'élevage du bétail; par M. *Émile-F. Terroine* 866
Embryogénie. — Le développement de l'Épinoche (*Gasterosteus aculeatus* L.) analysé par la chronophotographie. Contractions protoplasmiques et circulation embryonnaire; par MM. *Jean Painlevé, Paul Wintrebert* et *Yung-Ko-Ching* 208

Pages.

— Action à distance de divers facteurs sur le développement de l'œuf d'Oursin; par M. *J. Magrou*, Mme *M. Magrou* et M. *P. Reiss* 779
— Les changements d'équilibre de l'œuf et la position du blastopore au cours du développement chez *Discoglossus pictus* Otth; par M. *Paul Wintrebert* 1198
Émission. — Voir *Physique théorique.*
Énergie mécanique. — Voir *Mécanique rationnelle.*
Énergie thermique des mers. — Sur les premiers essais de réalisation à Cuba d'une usine Claude-Boucherot; par M. *Georges Claude* 661
Engrais. — Voir *Économie rurale.*
Ensembles. — Sur la représentation paramétrique semi-régulière des ensembles; par M. *N. Lusin* 229
— Sur quelques propriétés des ensembles connexes; par M. *Hasso Härlen*... 389
— Sur un principe général de la théorie des ensembles analytiques; par M. *N. Lusin* 390
— Sur les points d'unicité d'un ensemble mesurable B; par M. *N. Lusin*. 422
— Sur la construction de Cantor-Minkowski dans l'espace; par M. *Georges Durand* 443
— Problèmes connexes de la notion d'enveloppe de M. Georges Durand; par M. *Georges Bouligand*... 446
— Sur les classes des constituantes d'un complémentaire analytique; par MM. *N. Lusin* et *W. Sierpinski*... 794
— Sur les fronts successifs d'un ensemble de points; par M. *Georges Bouligand* 796
— Sur un problème de M. Borel; par M. *Harald Bohr* 826
— Sur les ensembles projectifs de la deuxième classe; par M. *Léonidas Kantorovitch* 1233
Entomologie. — Sur la morphologie et l'évolution de l'aile postérieure chez les Coléoptères; par M. *P. Vignon* 199
— Sur l'aile des Hyménoptères; par M. *P. Vignon* 499
— La chétotaxie de l'aile de *Limosina pusilla* Meig. du point de vue des caractères sexuels secondaires; par M. *L. Mercier* 587

Pages.
— Sur le classement et la distribution géographique des Saturnioïdes hémileucidiens de la sous-famille des Automérinés; par M. *E.-L. Bouvier* 603
— Les Acridiens migrateurs en Afrique française au cours de l'année 1929; par M. *P. Vayssière* 1021
— Sur la distribution des Glossines dans la région du Zambèze de Chemba (Afrique orientale portugaise); par M. *Pierre Lesne* 1313
— Voir *Prostistologie.*
Épinoche. — Voir *Embryogénie.*
Équations. — Résolution générale des équations algébriques; par M. *Alex. Froda* 523
— Voir *Géométrie infinitésimale, Hydrodynamique.*
Équations algébriques. — Voir *Équations.*
Équations aux dérivées partielles. — Sur les intégrales des équations et des systèmes d'équations aux dérivées partielles du premier ordre d'une fonction inconnue, qui possèdent les intégrales de S. Lie; par M. *G. Pfeiffer* 1228
Équations différentielles. — Les cycles limites de Poincaré et la théorie des oscillations auto-entretenues; par M. *A. Andronow* 559
— Sur une méthode d'intégration des équations de Monge; par M. *A. Tsortsis* 561
— Sur un problème inverse au problème de Dirichlet; par M. *B. Demtchenko* 725
— M. *Émile Picard* fait hommage de ses « Leçons sur quelques problèmes aux limites de la théorie des équations différentielles » 1210
— Sur le problème de Dirichlet extérieur dans le plan relativement à l'équation $\Delta u = c(x, y)\, u$; par M. *Marcel Brelot* 1230
— Voir *Hydraulique.*
Équations différentielles linéaires — Sur la résolution approchée des équations différentielles linéaires; par M. *Krawtchouk* 439
— Sur la recherche des nombres caractéristiques et des fonctions fondamentales; par M. *Krawtchouk* 519

Pages.
— La généralisation de la formule de Jacobi, concernant le déterminant, formé des solutions d'un système d'équations différentielles linéaires; par M. *J.-A. Lappo-Danilevski* ... 557
— Les expressions explicites des invariants d'un groupe de monodromie d'un système d'équations différentielles linéaires à coefficients rationnels arbitraires; par M. *J.-A. Lappo-Danilevski* 674
Équations fonctionnelles. — Voir *Logique mathématique.*
Équations intégrales. — Sur une équation intégrale; par M. *Radu Badesco* 83, 233
— Distribution des singularités. De la solution d'une équation intégrale linéaire; par M. *Radu Badesco* 831
Équilibres chimiques. — Sur le système iodure mercurique, iodure de potassium et acétone; par Mlle *M. Pernot* 326
— Équilibre à l'état fondu entre le potassium, le sodium et leurs iodures; par M. *E. Rinck* 1272
Équilibres moléculaires. — Étude ébullioscopique des équilibres moléculaires de la résorcine dans les solutions de chlorure de calcium; par MM. *F. Bourion* et *E. Rouyer*. 1081
Ergostérol. — Voir *Stérol.*
Errata. — 135, 215, 412, 432, 547, 653, 720, 788, 811, 952, 1334
Espaces. — Sur les espaces de Riemann ayant leurs coefficients de rotation constants; par M. *G. Vranceanu* .. 386
— Sur les différentes connexions de l'espace fonctionnel; par M. *Akitsugu Kawaguchi* 436
Étain. — Voir *Alliages.*
Éther chlorhydrique. — Voir *Rubrène.*
Éthers. — Recherches sur la préparation d'éthers glycériniques des amino-acides gras; par MM. *Weizmann* et *L. Haskelberg* 104
— Passage des éthers sulfureux aux éthers chlorosulfoniques et aux éthers sulfuriques neutres; par M. *R. Levaillant* 465
Étoiles. — Déplacement périodique de la Polaire; par M. *A. Danjon* 841
Excitabilité. — Voir *Physiologie.*

F

Pages.
FAUNE. — Voir *Zoologie.*
FER. — Voir *Magnétisme, Physiologie végétale.*
FERMENTATION. — Action de l'eau de mer à doses minuscules sur la fermentation; par MM. *Charles Richet* et *Michel Faguet* 219
— Voir *Physiologie générale.*
FERRONICKELS. — Voir *Alliages.*
FIÈVRE JAUNE. — Modifications de la coagulation sanguine au cours de la fièvre jaune expérimentale chez le *Macacus rhesus;* par MM. *J. Vellard* et *Miguelotte Vianna* 430
FIÈVRE RÉCURRENTE. — Voir *Spirochètes récurrents.*
FLORE COLONIALE. — Sur deux genres nouveaux de Bignoniacées du Tonkin; par M. *Paul Dop* 1096
FLUOR. — Voir *Chimie analytique.*
FLUORESCENCE. — Fluorescence sensibilisée en milieu liquide (transfert d'activation par induction moléculaire); par M. *Jean Perrin* et Mlle *Choucroun* 1213
— Voir *Absorption, Chimie physique.*
FOIE. — Voir *Chimie physiologique.*
FONCTIONS (THÉORIE DES). — Sur l'approximation des fonctions; par M. *Guido Ascoli* 85
— Sur la représentation de la fonction complexe uniforme la plus générale par la somme de deux fonctions plus simples; par M. *Maurice Fréchet* 274
— Sur une classe de fonctions presque périodiques qui engendre les classes de fonctions p. p. de W. Stepanoff, H. Weyl et Bezicovitch; par M. *A. Kovanko* 393
— Remarque sur un théorème de M. Hadamard relatif à la multiplication des singularités; par M. *R. Jungen* 395
— Sur les fonctions jouissant de la propriété N; par Mlle *Nina Bary* 441
— *Errata* relatifs à cette communication 547
— Sur une généralisation des polynomes d'Hermite; par M. *Krawtchouk* 620
— Primitive généralisée d'une fonction; par M. *André Roussel* 677
— Sur les zéros des combinaisons linéaires de p fonctions entières données; par M. *Henri Cartan* 727
— Sur quelques propriétés des fonctions algébroïdes; par M. *Georges Valiron* 824
— Sur le polynome de Tchebycheff de la meilleure approximation; par M. *Jacques Chokhate* 829
— Sur quelques propriétés des fonctions méromorphes et holomorphes; par M. *H. Milloux* 896
— Sur les fonctions définies par une série de Dirichlet; par MM. *Mandelbrojt* et *Gergen* 1057
— Fonctions analytiques d'une seule substitution variable; par M. *J.-A. Lappo-Danilevski* 1235
— Sur les fonctions inverses des fonctions méromorphes; par M. *Miloch Radoïtchitch* 1240
— Sur les fonctions primitives par rapport à une fonction continue arbitraire; par M. *J. Petrovsky* 1242
— Voir *Ensemble.*
FONCTION ANTIOXYGÈNE. — Voir *Champignons.*
FONCTIONS DE CROISSANCE. — Sur la fonction de croissance attachée à une fonction méromorphe de deux variables, et ses applications aux fonctions méromorphes d'une variable; par M. *Henri Cartan* 521
— Sur la dérivée par rapport à log r de la fonction de croissance T $(r; f)$; par M. *Henri Cartan* 625
— La régularité des fonctions à croissance très rapide et très lente; par M. *Podtiaguine* 628
FONCTIONS ENTIÈRES. — Démonstration d'un théorème élémentaire sur les fonctions entières; par M. *George D. Birkhoff* 473
FONCTIONS HOLOMORPHES. — Sur un développement des fonctions holomorphes; par M. *Gaston Julia* 827
FONCTIONS HYPERGÉOMÉTRIQUES. — Sur

Pages.
les fonctions hypergéométriques de plusieurs variables; par M. *Oystein Ore* 1238
FONCTIONS IMPLICITES. — Sur le problème des fonctions implicites; par M. *N. Lusin* 80
— Sur les fonctions implicites à une infinité dénombrable de valeurs; par M. *N. Lusin* 313
FONCTIONS MÉROMORPHES. — Sur les directions de Borel des fonctions méromorphes; par M. *Miécislas Biernacki* 21
— Sur les fonctions algébroïdes méromorphes du second degré; par M. *Georges Valiron* 623
— Sur les fonctions algébroïdes méromorphes; par M. *Georges Valiron*. 729
— *Errata* relatifs à cette communication 952
FONDATION DANTON. — M. *P. Bricout* adresse un Rapport relatif à l'emploi d'une subvention accordée sur cette Fondation en 1928 611
FONDATION EDMOND DE ROTHSCHILD. — M. *P. Appell*, président du Conseil d'administration de la Fondation Edmond de Rothschild, prie l'Académie de désigner un des membres de la Section de chimie, qui remplacera dans le Conseil M. *Ch. Moureu* décédé 515
— M. *G. Urbain* est élu membre du Conseil d'administration de la Fondation Edmond de Rothschild en remplacement de M. *Ch. Moureu* décédé 721
FONDATION HENRY LE CHATELIER. — MM. *Albert Roux* et *Jean Cournot* adressent un Rapport relatif à l'emploi d'une subvention accordée sur cette fondation 122

Pages.
FONDATION LOUTREUIL. — M. *L. Gauchet* adresse un Rapport relatif à l'emploi d'une subvention Loutreuil accordée en 1928 669
— M. *Léon Bultingaire* adresse un Rapport sur l'emploi d'une subvention accordée sur le Fonds Loutreuil en 1928, à la *bibliothèque du Muséum national d'histoire naturelle* 1190
FONTE. — Influence de la structure de la fonte sur les altérations subies aux températures élevées; par M. *Auguste Le Thomas* 639
— Influence de la finesse de structure lors du recuit des fontes grises; par MM. *Albert Portevin* et *Pierre Chévenard* 759
FORMOL. — Voir *Sérologie*.
FOUDRE. — Contribution à l'étude de la matière fulminante. La tension superficielle. Partage d'un globe en plusieurs autres sous l'influence d'un choc ou d'un rebondissement; par M. *E. Mathias* 512
— Abaissement de sa tension superficielle par des impuretés; par M. *E. Mathias* 607
— M. *E. Mathias* fait hommage d'un Mémoire intitulé « La matière fulminante (suite). Modes de décomposition, formes ascendantes, pression électrostatique » 609
— Contribution à l'étude de la matière fulminante. Les formes serpentines; par M. *E. Mathias* 813
— Id. Les globes excavateurs; par M. *E. Mathias* 1049
— M. *Émile Mathias* fait hommage d'une brochure intitulée « La Matière fulminante (suite) : élasticité, tension superficielle » 1189

G

GALLIUM. — Acétate et sulfate basiques de gallium et oxalate de gallium; par M. *Arakel Tchakirian* 251
GALVANOMÈTRE. — Sur le calcul d'un galvanomètre; par M. *Michel* 1257
GAZ. — Sur la détermination quantitative du néon dans les gaz naturels; par M. *N. P. Péntcheff* 322
— *Errata* relatifs à cette communication 412
— Voir *Polarisation rotatoire magnétique*.
GAZ RARES. — Voir *Radioactivité*.
GELÉES. — Voir *Colloïdes*.

Pages.

GÉNIE CIVIL. — Sur la nécessité de tenir compte du retrait du béton à la prise dans le calcul des ouvrages en béton armé; par M. *de Sparre*.. 791
GÉODÉSIE. — Au sujet des prismes verticaux de la Terre ayant même masse; par M. *William Bowie*..... 350
— *Errata* relatifs à cette communication.......................... 412
— Sur l'orientation de l'ellipse équatoriale terrestre; par M. *Corradino Mineo*........................ 481
— L'ellipsoïde de référence international. Ses tables; par M. *Georges Perrier*....................... 506
— Voir *Océanographie.*
GÉODÉSIQUES. — Sur le problème de trois géodésiques fermées sur les surfaces de genre 0; par MM. *L. Lusternik* et *L. Schnirelmann*.... 269
GÉOGRAPHIE. — M. *P. Helbronner* fait hommage du Tome IX de sa « Description géométrique détaillée des Alpes françaises ».... 609
— La vraie altitude du Beerenberg de Jan Mayen; par M. *P.-L. Mercanton*....................... 1063
GÉOLOGIE. — Sur la constitution géologique de l'île Heard; par M. *Edgar Aubert de La Rüe*.............. 129
— Sur le Dévonien du Tafilalet; par M. *Henri Termier*............. 258
— Observations géologiques dans la boucle du Niger; par M. *V. Pérébaskine*...................... 491
— Découverte du Cénomanien dans la vallée de Ganzeville (Seine-Inférieure); par M. *C.-P. Nicolesco*... 770
— Les récifs en coupole du Cambrien de Carteret et les récifs de *Chlorellopsis*; par M. *A. Bigot*.......... 816
— Le faisceau vermiculaire de Zermatt a-t-il son homologue dans la structure géologique de la Haute-Maurienne ?; par M. *E. Raguin*....... 859
— Subdivisions de la nappe des Schistes lustrés en Haute-Maurienne; par M. *E. Raguin*................. 934
— Sur la Géologie de l'Irak; par MM. *H. de Böckh* et *P. Viennot*... 1000
— Remarques à la suite de la Communication précédente; par M. *H. Douvillé*..................... 1002
— La position des grès paléozoïques au nord du moyen Niger (Soudan français); par M. *Raymond Furon*. 1003
— Les limites de la région mixte égéenne. Essai de synthèse géologique; par M. *Const. Kténas*...... 1196
— Voir *Géodésie*, *Géophysique*, *Lithologie*, *Orogénie*,
GÉOMÉTRIE. — Sur les continus d'ordre borné; par M. *A. Marchaud*...... 16
— Les tétraèdres invariants par applicabilité projective attachés aux points d'une surface; par M. *E. Bompiani*..................... 614
— Quelques compléments au théorème de Nœther; par M. *P. Dubreil*.... 672
— Sur les points caractéristiques d'une courbe appartenant à un système continu; par M. *G. Nicoladzé*..... 820
— Recherches sur les courbes convexes et les couvercles; par M. *J. Favard*. 823
— Sur le nombre des branches impaires des courbes appartenant à une surface du troisième ordre; par Mme *M. Piazzolla Beloch*............ 1226
— Voir *Ensembles.*
GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — Sur les propriétés de certaines familles de courbes; par M. *Paul Delens*...... 226
— Sur une équation d'applicabilité des surfaces; par M. *Paul Delens*..... 272
— Sur les surfaces projectivement déformables qui admettent un groupe de ∞^1 transformations projectives en elles-mêmes; par M. *O. Boruvka*. 964
— Sur la déformation des surfaces; par M. *H. Krebs*.................. 1055
— Voir *Congruences*, *Espaces*, *Géodésiques*, *Réseaux.*
GÉOPHYSIQUE. — Sur les mesures de températures dans les sondages; par MM. *G. Friedel* et *V. Maikowsky*.. 891
— Voir *Volcanologie.*
GERMINATION. — L'évolution de l'azote au cours de la germination; par M. *R. Bonnet*................. 373
GLUCIDES. — Sur le potentiel des solutions de glucides; par Mlle *Nelicia Mayer*...................... 319
— Voir *Chimie végétale*, *Physiologie végétale.*
GLUCOSE. — Voir *Chimie physiologique.*
GRAINES. — Recherches sur les transformations et plus spécialement sur la saponification des réserves

Pages.
grasses dans les graines au cours de la germination; par M. *J. Lemarchands* ... 375
— Sur les proportions, la localisation des hydrates de carbone dans la graine d'*Helianthus annuus* et leurs variations au cours de la germination; par M. *J. Lemarchands*... 1323
— Voir *Alimentation.*
GRAVITATION. — Les bases théoriques de la loi de gravitation; par M. *J. Le Roux* ... 525
GREFFE. — Voir *Hybrides.*
GROUPES. — Sur la théorie des groupes infinis; par M. *Gr. C. Moisil*. 834
GUIDAGE MAGNÉTIQUE. — Voir *Ondes hertziennes.*
GYROSCOPES. — Voir *Électromagnétisme.*

H

HÉMATOLOGIE. — Technique nouvelle de perfusion sanguine; par MM. *Léon Binet* et *Charles Mayer* ... 1330
HÉMOGLOBINE. — Voir *Protéines.*
HEURE. — Sur la mesure de l'inclinaison de l'axe de rotation de la lunette méridienne dans les déterminations de l'heure; par M. *G. Bigourdan* ... 505
HEXÈNE. — Voir *Carbures.*
HG. — Voir *Mercure (chimie).*
HISTOIRE DE L'ACADÉMIE. — Quelques statistiques sur les associés étrangers et les correspondants de l'Académie des Sciences; par M. *Charles Richet* ... 69
HISTOIRE DES SCIENCES. — « La grande œuvre de la chimie »; par MM. *C. Matignon*, *Béhal* et *Pascal* ... 475
— M. *H. Douvillé* fait hommage de la Notice nécrologique qu'il a consacrée à *Jacques de Morgan* ... 963
— M. *Émile Picard*, fait une lecture intitulé : Un coup d'œil sur l'histoire des sciences et des théories physiques ... 1178
HISTOLOGIE. — Voir *Chimie biologique.*
HISTOPATHOLOGIE. — Voir *Silicose pulmonaire.*
HOUILLE. — Voir *Silicose pulmonaire.*
HUILES. — Voir *Thérapeutique.*
HUILES ESSENTIELLES. — Voir *Chimie organique.*
HYBRIDES. — Nouvelles observations sur les *Pirocydonia* et leurs générateurs; par M. *Lucien Daniel*.... 301
HYDRAULIQUE. — Sur un mode de représentation analytique de l'écoulement par les déversoirs; par M. *Ledoux* ... 275
HYDROCARBURES. — Sur l'oxydation directe des hydrocarbures par l'air; par MM. *Dumanois* et *Mondain-Monval* ... 761
— Température d'inflammation spontanée des mélanges gazeux d'air et d'hydrocarbures saturés. Influence de la pression et du chauffage préalable; par MM. *P. Mondain-Monval* et *B. Quanquin* ... 917
— Inflammation spontanée des mélanges d'air et d'hydrocarbures. Influence de la concentration; par MM. *P. Mondain-Monval* et *Bernard Quanquin* ... 1194
— Voir *Cycles mixtes.*
HYDRODYNAMIQUE. — Sur la détermination chronophotographique du potentiel des vitesses dans les écoulements plans par application du théorème de Stokes, et sur la similitude des barrages déversoirs par MM. *L. Escande* et *Teissie-Solier* ... 317
— Sur les propulseurs à veine limitée et le propulseur, dit parfait, de Froude; par M. *Maurice Roy*..... 357
— Sur les tourbillons alternés de Bénard-Karman dans un canal de largeur finie; par M. *L. Rosenhead*. 397
— Observations sur la note précédente; par M. *Henri Villat*....... 397
— Sur les ondes de Poincaré dans un canal tournant; par M. *E. Fichot*.. 401
— Sur certains mouvements stationnaires plans des liquides visqueux incompressibles; par M. *Alfred Rosenblatt* ... 450

Pages.
— Sur une formule empirique donnant la répartition du débit à la surface d'un orifice circulaire; par M. *R. Mazet*........................ 452
— Sur les intégrales des équations du mouvement d'un corps solide dans un liquide; par M. *Kourenski*..... 477
— A propos de l'étude du mouvement plan irrotationnel des fluides incompressibles en régime permanent; par M. *André Argand*...... 568
— Sur la détermination d'une surface d'après les données qu'elle porte; par M. *D. Riabouchinsky*........ 629
— M. *Henri Villat* fait hommage d'un ouvrage intitulé « Leçons sur l'Hydrodynamique »............ 666
— A propos du problème fondamental de la théorie des tourbillons; par M. *Joseph Pérès*................ 680
— Au sujet des disques tournant dans un fluide; par M. *E.-G. Barrillon*.. 734
— Nouvelles expériences sur la résistance à l'avancement des Poissons dans l'eau; par MM. *A. Magnan* et *A. Sainte-Lague*............ 798
— Sur les cas les plus généraux d'intégrabilité des équations du mouvement d'un corps solide dans un liquide; par M. *Kourensky*....... 838
— Quelques résultats touchant la stabilité ou la régularité du mouvement d'un liquide visqueux; par M. *Joseph Pérès*............. 898
— Sur l'application d'une formule généralisant l'intégrale de Cauchy à une question d'hydrodynamique; par M. *Nicolas Théodoresco*.......... 969
— Sur l'existence de deux familles de tourbillons à l'arrière des solides immergés; par M. *Jean Courrégelongue* 972
— Sur une formule pour le calcul de la résistance d'un solide dans un fluide parfait incompressible; par M. *Joseph Pérès*................ 1246
— Voir *Hydraulique.*
HYDROGÈNE. — Voir *Électronique, Métallurgie, Spectroscopie.*
HYDROGRAPHIE. — Voir *Volcanologie.*
HYDROLOGIE. — Spectrochimie des eaux minérales portugaises. L'eau de Cambres; par M. *A. Pereira Forjas*........................ 703
— Voir *Océanographie.*
HYDRURE DE CALCIUM. — Voir *Dissociation.*

I

ICHTHYOLOGIE. — Sur un Poisson cavernicole africain microphthalme; par M. *Jacques Pellegrin*............ 204
— Le congre caoutchouc; par M. *Ch. Pérard* 1024
— Sur une carte de pêche d'une partie de la côte occidentale du Maroc; par M. *A. Gruvel*............... 1065
— Voir *Paléontologie.*
IMMUNISATION. — Voir *Immunologie.*
IMMUNOLOGIE. — Essais d'immunisation de l'homme au moyen d'une anatoxine du Streptocoque scarlatineux; par MM. *G. Ramon* et *Robert Debré*.................. 64
— Mécanisme de l'état réfractaire naturel des simiens inférieurs à l'égard du virus herpéto-encéphalitique; par MM. *C. Levaditi* et *P. Lepine*.. 66
— Présence d'anticorps dans le pus d'abcès de fixation; par M. *M. Belin*. 881
INDUCTION. — Voir *Électromagnétisme.*
INDUSTRIE CHIMIQUE. — M. *C. Matignon* fait hommage d'une brochure intitulée « Le Charbon, matière première de l'Industrie chimique »... 721
INFRAROUGE. — Spectromètre enregistreur pour l'infrarouge; par MM. *P. Lambert* et *J. Lecomte*.......... 155
— Voir *Absorption.*
INFUSOIRE. — Voir *Protozoaires.*
INSECTES. — Voir *Entomologie, Pathologie animale.*
INTÉGRALES. — Sur les intégrales de Stieltjes; par M. *Jacques Chokhate.* 618
— Voir *Élasticité, Hydrodynamique.*
INTÉGRATION. — Voir *Équations différentielles.*
INVARIANTS. — Voir *Équations différentielles linéaires.*

Pages.

IODE. — Voir *Stérol.*
IODURE. — Voir *Équilibres chimiques, Plomb.*
ISOMÈRES. — Stabilité comparée des stéréoisomères éthyléniques et synthèses par l'ultraviolet; par Mme *Ramart-Lucas* et M. *J. Hoch*.... 696
— Voir *Absorption.*
ISOMÉRIE. — Voir *Amines, Cétones.*

K

KAOLIN. — Voir *Chimie Physique.*

L

LAIT. — Voir *Élevage.*
LAMES MÉTALLIQUES. — Voir *Électrochimie.*
LATITUDE. — Voir *Marées dynamiques.*
LÈPRES. — Voir *Thérapeutique.*
LEVURES. — Voir *Physiologie végétale.*
LITHOLOGIE. — Craie bréchoïde de Plaisir (Seine-et-Oise); par M. *Couvreur*.......... 257
— Sur le caractère alcalin des laves des volcans d'Antiparos (Cyclades); par M. *Const. A. Kténas*.......... 489
— Sur le massif de pegmatite écrasée situé au bord sud de la feuille géologique d'Aigurande au $\frac{1}{80000}$; par M. *Yang Kieh*.......... 936
— Nouvelles recherches sur les caractères pétrochimiques de la caldeira de Santorin; par M. *Constant Kténas*.......... 996
— Présence de la glauconie dans les sables pliocènes de Bretagne; par M. *Y. Milon*.......... 1004
— Voir *Minéralogie, Volcanologie.*
LOGIQUE MATHÉMATIQUE. — Sur le problème fondamental des Mathématiques; par M. *Herbrand*...... 554
— *Errata* relatifs à cette communication.......... 720
— Recherche des solutions bornées de certaines équations fonctionnelles; par M. *J. Herbrand*.......... 669
— *Errata* relatifs à cette communication.......... 811
LONGITUDE. — Voir *Marées dynamiques.*
LUBRIFIANTS. — Voir *Physique moléculaire.*

M

MAGNÉTISME. — Sur l'aimantation à saturation des ferrocobalts et les moments atomiques du fer et du cobalt; par MM. *Pierre Weiss* et *R. Forrer*.......... 663
— Id. des nickel-cobalts et les moments atomiques du nickel et du cobalt; par MM. *Pierre Weiss, R. Forrer* et *F. Birch*.......... 789
— Voir *Cristallographie, Mécanique appliquée.*
MAGNÉTISME TERRESTRE. — M. *E. Mathias*, en son nom et en celui de M. *Ch. Maurain*, fait hommage à l'Académie du Mémoire justificatif du « Nouveau réseau magnétique de la France au 1er janvier 1924 ». 667
MALADIES INFECTIEUSES. — Voir *Dengue.*
MAMMIFÈRES. — Voir *Chimie biologique.*
MANGANÈSE. — Précipitation de bioxyde de manganèse par électrolyse en courant alternatif; par M. *A.-P. Rollet*.......... 34
— Essais de préparation électrolytique directe de quelques permanganates métalliques; par M. *Gaston Rapin*. 287
— Sur la réduction du permanganate par les sels manganeux; par MM. *M. Geloso* et *P. Dubois*...... 296
— Action de quelques bioxydes sur des

Pages.

solutions aqueuses, très diluées, de permanganate; par M. *Gaston Rapin* 699
— Voir *Alliages*.
MARÉES DYNAMIQUES. — Marées dynamiques d'un océan compris entre deux parallèles. Loi de profondeur quelconque en latitude et longitude; par M. *Marcel Brillouin* 5
— Id. Loi de profondeur quelconque en latitude et longitude. Organisation des calculs; par M. *Marcel Brillouin* 957
— Id. Normalisation simultanée; par M. *Marcel Brillouin* 1216
MATIÈRE FULMINANTE. — Voir *Foudre*.
MÉCANIQUE. — Vérification de la résistance des soudures sans destruction de l'assemblage par une méthode extensométrique; par M. *D. Rosenthal* 633
— Voir *Automobile, Chronométrie, Élasticité, Gravitation, Hydraulique, Hydrodynamique.*
MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — Sur le calcul des traverses en béton armé; par M. *Marcel Prot* 570
— La localisation des pailles dans les arbres de machines; par M. *J. Peltier* 845
— Sur une formule générale pour le calcul de la poussée des terres; par M. *L. Ravier* 974
MÉCANIQUE CÉLESTE. — Sur le mouvement képlérien troublé par un champ de gravitation extérieur; par M. *H. Mineur* 1061
— Voir *Relativité*.
MÉCANIQUE DES FLUIDES. — Voir *Hydrodynamique*,
MÉCANIQUE INDUSTRIELLE. — Voir *Génie civil*.
MÉCANIQUE RATIONNELLE. — Solides par rapport auxquels un système matériel n'est soumis qu'à des forces intérieures; par M. *Charles Platrier* 23
— Généralisation du théorème des moments des quantités de mouvement; par M. *Victor Valcovici* .. 563
— *Errata* relatifs à cette communication 952
— Généralisation du théorème de l'énergie; par M. *Victor Valcovici* 679
— *Errata* relatifs à cette communication 952
— Sur un critère de stabilité; par M. *Fatou* 967
MÉDECINE. — Voir *Bactériologie, Courants à haute fréquence, Hématologie*,
MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — Les Spirochètes marocains des Ornithodores des terriers et le spirochète de Mansouria ne sont pas doués de récurrence pour l'homme. Ils constituent une espèce distincte du spirochète espagnol, *Sp. hispanicum* S. de Buen 1926; par M. *P. Delanoë* .. 398
— Étude expérimentale de l'action de l'eau d'Évian dans les néphrites provoquées; par MM. *A. Desgrez* et *P. Régnier* 420
— Voir *Contagion, Dengue, Immunologie, Spirochètes récurrents.*
MERCURE. — Polarisation de la planète Mercure; par M. *B. Lyot* 425
MERCURE (CHIMIE). — Étude de la dissociation des composés $Hg\,Br^2.2\,NH^3$ et $Hg\,Cl^2.2\,NH^3$; par M. *Maurice François* 583
MÉTALLOGRAPHIE. — Voir *Fontes*.
MÉTALLURGIE. — Les essais à chaud des métaux et alliages par compression et par filage; par MM. *Albert Portevin* et *François Le Chatelier* 248
— Sur la teneur en hydrogène et en oxyde de carbone de quelques métaux fondus dans le vide; par MM. *A. Villachon* et *G. Chaudron*. 324
MÉTÉOROLOGIE. — Sur les associations de nuages; par M. *P. Villard* 9
— L'été de 1929 et les variations solaires; par M. *Henri Mémery* 469
— Contribution ma hématique à l'analyse du champ de pression; par M. *G. Dedebant* 1091
— M. *Bernard J. Dubos* adresse une note intitulée « Création et utilisation industrielle de tourbillons atmosphériques et des trombes dans les régions chaudes et tempérées » 1333
— Voir *Optique atmosphérique*.
MÉTROPHOTOGRAPHIE. — Sur une mise en place des clichés dans les appareils de restitution; par M. *G.*

Pages

Poivilliers..................... 146

MICROBIOLOGIE. — Sur l'origine infectieuse des microorganismes des Aphides; par M. *A. Paillot*....... 210

— Voir *Pathologie animale*, *Toxine*.

MINÉRALOGIE. — Sur les étincelles qui jaillissent des stalactites frappées violemment avec un outil d'acier; par M. *J.-A. Le Bel*............ 890

— Sur l'épigénie siliceuse conforme et non conforme des tests de Lamellibranches; par M. *Maurice Couvreur*.......................... 998

— Voir *Bauxites*.

MINEURS. — Voir *Silicose pulmonaire*.

MOLÉCULES. — Solutions superficielles et vernis moléculaires. Étude de quelques corps et détermination des longueurs de leurs molécules; par M. *Fahir Émir*............. 239

— Solutions superficielles de l'acide oléique. Mesure des très basses pressions; par M. *Jean Guastalla*.. 241

MOLLUSQUES. — Voir *Cytologie animale*.

MOMENTS ATOMIQUES. — Voir *Magnétisme*.

MOTEURS A EXPLOSION. — Voir *Carburants*.

MYCOLOGIE. — Changements de réaction et phénomènes d'oxydoréduction observés au cours du développement de quelques champignons; par MM. *F. Labrousse* et *J. Sarejanni*................. 805

— Les préliminaires de la germination des spores dans le genre *Elaphomyces*; par M. *Georges Malençon*.. 1008

— Voir *Champignons*.

MYCOSES — Mycoses de l'épiderme; par M. *Paul Vuillemin*.......... 405

N

NAVIGATION — Voir *Ondes hertziennes*.

NÉBULEUSE — Sur une formule empirique donnant les distances auxquelles se sont formés les anneaux successifs de l'hypothèse nébuleuse; par M *A. Auric*.......... 455

NÉCROLOGIE. — Notice nécrologique sur M. *Auguste Lebeuf*; par M. *Émile Picard*.................. 121

— Notice nécrologique sur M. *William Henry Perkin*; par M. *Mangin*.... 597

— Notice nécrologique sur *Sir Ray Lankester*, par M. *L. Mangin*.... 885

— M. *Mangin* annonce par erreur la mort et rappelle les principaux travaux de M. *Michelson* 1209

NÉON. — Voir *Gaz*.

NITRATE DE PLOMB. — Voir *Physiologie végétale*, *Plomb*.

NITRIFICATION. — Contribution à l'étude des procédés Müntz sur la nitrification; par M. *A. Pereira Forjaz*...................... 585

NOMBRES. — Voir *Arithmétique*.

NUAGES. — Voir *Météorologie*.

O

OBSERVATOIRE D'ALGER. — M. le *Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-arts* invite l'Académie à lui présenter une liste de deux candidats au poste de Directeur de l'Observatoire d'Alger........ 78

— Formation de cette liste : 1° M. *André Danjon*; 2° M. *Joanny Lagrula*........................ 1223

OBSERVATOIRE DE BESANÇON. — M. le *Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-arts* invite l'Académie à lui présenter une liste de deux candidats au poste de Directeur de l'Observatoire de Besançon ... 78

— Formation de cette liste : 1° M. *René Baillaud*; 2° M. *Alexandre Véronnet*...................... 1223

OCÉANOGRAPHIE. — Niveaux moyens comparés de la mer Blanche, de la Baltique, de la mer Noire et de l'océan Pacifique; par M. *Jules*

Pages.
Schokalsky 24
— De quelques particularités océanographiques observées sur les côtes de Syrie; par M. *Gruvel* 111
— Sources minérales sous-marines; par M. *J. Thoulet* 861
— Cônes de tourbillonnement liquides océaniques isothermes; par M. *J. Thoulet* 940
— Observations faites à bord du « Pourquoi-Pas ? » au pycnosondeur de La Cour et Schou (été 1929); par M. *P.-L. Mercanton* 1291
ŒUVRES SCIENTIFIQUES. — M. le *Secrétaire perpétuel* dépose sur le bureau le Tome I des « Œuvres de G. Humbert », publiées par *Pierre Humbert* et *Gaston Julia*, avec une Préface de M. *Paul Painlevé* .. 721
OFFICE NATIONAL DE RECHERCHES SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES ET DES INVENTIONS. — M. le *Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-arts* prie l'Académie de désigner un de ses membres qui occupera dans ce Conseil la place vacante par la mort de M. *Ch. Moureu* ... 611
— M. *J. Perrin* est désigné 820
ONDE AÉRIENNE. — Dissipation de l'énergie transportée par une onde aérienne; par M. *Th. Vautier* 1253
ONDES HERTZIENNES. — Guidage magnétique des aéronefs et aérodromes de sécurité; par M. *William Loth* .. 572
— Remarques sur le guidage magnétique des navires; par M. *E. Fournier* 598
— Au sujet du guidage des navires ou aéronefs par ondes dirigées; par M. *William Loth* 682
ONDES ULTRA-COURTES. — Sur un nouveau mode de réception des ondes ultra-courtes (10 à 18^{cm}); par M. *E. Pierret* 741
OPTIQUE. — Une méthode pour la mesure de la clarté efficace des objectifs photographiques; par M. *Josef Hrdlicka* 153
— Dispositif permettant de compenser les variations d'intensité lumineuse résultant, dans le spectre, du mode de dispersion par les prismes; par M. *Charles Dhéré* 610
— Voir *Absorption*, *Spectre de résonance*.
OPTIQUE ATMOSPHÉRIQUE. — Sur un phénomène d'optique atmosphérique; par M. *R. Gindre* 749
OPTIQUE CRISTALLINE. — Demi-onde et quart d'onde achromatiques par superposition de plusieurs lames cristallines; par M. *C. Gaudefroy* .. 1289
OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE. — Sur une méthode pour la détermination des angles par l'utilisation des aires microscopiques; par M. *Albert Arnulf* 152
OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — Lois d'établissement du chroma des impressions lumineuses; par M. *Henri Pieron* 194
— Sur la mesure visuelle des brillances très faibles; par M. *J. Dufay* et Mlle *R. Schwégler* 1261
ORAGES. — Voir *Électricité atmosphérique*.
ORGANOMAGNÉSIENS. — Sur les carbonates organomagnésiens mixtes vrais; par M. *D. Ivanoff* 51
— Sur quelques propriétés des carbonates organomagnésiens mixtes vrais; par M. *D. Ivanoff* 930
— Voir *Aldéhydes*, *Carbures d'hydrogène*, *Cyclohexane*.
OROGÉNIE. — Observations sur l'âge et le sens des mouvements orogéniques corses; par M. *H. Parent* ... 109
OXALATE. — Voir *Gallium*.
OXALATES ALCALINS. — Voir *Plomb*.
OXYDABILITÉ. — Voir *Silicium*.
OXYDATION. — Sur l'oxydation de l'oxyde de carbone; par MM. *M. Prettre* et *P. Laffitte* 177
OXYDE AZOTIQUE. — Voir *Absorption*.
OXYDE DE CARBONE. — Voir *Chimie physique*, *Métallurgie*.
OZONE. — Mesures diurnes et nocturnes de la quantité d'ozone contenue dans la haute atmosphère; par MM. *Daniel Chalonge* et *F. W. Paul Götz* 704
— Voir *Physique du globe*.

P

Pages.

PALÉONTOLOGIE. — Sur les Foraminifères enveloppants des oolithes et des pisolithes; par M. *Louis Dangeard* ... 57
— Sur des Échinides éocènes de Madagascar; par M. *J. Lambert* ... 192
— Sur la présence de fossiles d'âge aquitanien dans des grès quartzites épars à la surface du plateau mosellan; par M. *G. Baeckeroot* ... 804
— Découvertes paléontologiques dans le Cambrien et le Silurien des monts de Lacaune au nord de la Montagne Noire; par M. *Marcel Thoral* ... 938
— Sur la présence de quatre incisives supérieures chez le *Mastodon* (*Tetrabelodon*) *turicensis* Schinz; par MM. *G. Pontier* et *R. Anthony*. 1006
— Sur un type nouveau de Poisson fossile provenant du nord de Madagascar; par M. *Jean Piveteau* ... 1017
— Les calcosphérites des tissus fossiles; par M. *J. J. Thomasset* ... 1296
— Voir *Lithologie*

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — Sur les fructifications du *Rhodea Gutbieri* Ettingshausen sp.; par M. *Alfred Carpentier* ... 260

PARASITOLOGIE. — Sur l'envahissement des bouches de l'Adour et de la Bidassoa par le *Spartina glabra* Muhlb. et sur la variabilité de cette espèce; par M. *Aug. Chevalier* ... 649
— Cycle évolutif du *Schistosoma bovis* (= *Bilharzia crassa*), infection spontanée du *Bullinus contortus* en Corse; par M. *E. Brumpt* ... 879
— Sur une Scrophulariée (*Striga hermonthica*) parasite des céréales en Afrique tropicale; par M. *Aug. Chevalier* ... 1308
— Voir *Prostistologie.*

PATHOLOGIE. — Voir *Contagion*, *Mycoses.*

PATHOLOGIE ANIMALE. — La gattine et la flacherie vraie ou flacherie de Pasteur; maladies infectieuses mixtes à ultra-microbe et bactéries; par M. *A. Paillot* ... 308
— Voir *Bactériologie*, *Parasitologie.*

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — Voir *Immunité.*

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — Sur l'étiologie et la thérapeutique de tumeurs végétales d'allure maligne; par Mlle *L. Rémy* ... 495
— Pourridié et carbonate de chaux; par M. *Gard* ... 497
— Un nouvel exemple d'infection bactérienne généralisée chez les végétaux; par M. *G. Nicolas* et Mlle *Aggéry* ... 946
— La chémothérapie des maladies des plantes par des colorants organiques; par MM. *Georges Truffaut* et *I. Pastac* ... 1013
— Voir *Économie rurale.*

PÉRIODIQUES. — M. le *Secrétaire perpétuel* présente le « Bulletin bibliographique des publications périodiques reçues par l'Académie pendant l'année 1928 » ... 1210

PERMANGANATE. — Voir *Manganèse.*

PÉTROGRAPHIE. — Voir *Géologie*, *Lithologie.*

pH. — Sur l'exposant d'hydrogène de l'eau; par MM. *A. Kling* et *A. Lassieur* ... 637

PHARMACODYNAMIE. — Voir *Alcaloïdes*, *Amides*, *Chimie physiologique.*

PHOSPHORE. — Voir *Chimie végétale*, *Spectroscopie.*

PHOTOCHIMIE. — Actions de la lumière polarisée sur certaines plaques photographiques préparées à partir de solutions d'argent colloïdal; par M. *A. Cotton* ... 599
— Sur le problème de la synthèse asymétrique, et sur les actions combinées de la lumière polarisée et d'un champ magnétique sur certaines plaques photographiques; par M. *A. Cotton* ... 657
— Voir *Optique*, *Stérol*, *Synthèse asymétrique.*

PHOTO-ÉLECTRICITÉ. — Influence de la température sur les forces électromotrices photovoltaïques; par M. *G. Athanasiu* ... 460

Pages.
— Du rôle de l'oxygène de l'air dans les piles photovoltaïques à liquides colorés; par MM. *A. Grumbach* et *S. Schlivitch*.................. 753
— Influence de la nature de l'électrolyte sur le potentiel d'inversion de l'effet photovoltaïque; par M. *René Audubert*................ 800
— La photolyse de l'eau et l'effet photovoltaïque des électrodes d'or et de platine; par M. *René Audubert*.... 1265
— Influence du milieu sur l'effet protovoltaïque de l'iodure de cuivre; par Mlle *Marguerite Quintin*...... 1268
— Voir *Absorption des radiations.*
Photographie. — *Astronomie, Embryogénie, Optique, Photochimie.*
Photolyse. — Voir *Physique moléculaire.*
Photométrie. — Procédé de calcul des éclairements produits par des sources non ponctuelles rayonnant suivant la loi de Lambert et de brillance constante; par MM. *J. Dourgnon* et *P. Waguet*.......... 361
— Voir *Optique physiologique.*
Physico-chimie. — Voir *Protéines.*
Physiologie. — Thymus et croissance; par M. *A. Babes*............... 809
— Sur une méthode d'inscription graphique de la pression du liquide céphalo-rachidien; par MM. *Loeper, André Lemaire* et *Jean Patel*.. 871
— L'élément du *temps* dans l'excitabilité physico-chimique; par M. *N. K. Koltzoff*................... 1318
— Voir *Respiration.*
Physiologie des sensations. — Voir *Optique physiologique.*
Physiologie générale. — Voir *Fermentation.*
Physiologie pathologique. — Voir *Fièvre jaune.*
Physiologie végétale. — Influence des vagues de froid sur la respiration des végétaux; par M. *A. Hée*......................... 370
— Caractères physiologiques présentés par le *Sterigmatocystis nigra* en inanition de zinc et de fer; par M. *Marin Molliard*.... 417
— Deux exemples nouveaux de caractères morphologiques dépendant des conditions extérieures; par M. *Marin Molliard*............ 549
— Les échanges d'ions entre cellules de levures et solutions de nitrate de plomb; par M. *Paul Génaud*...... 591
— Existe-t-il un rapport entre la nature des glucides du *Sterigmatocystis nigra* et celle des sucres qui lui sont fournis ?; par M. *F. Obaton*.. 711
— Voir *Chimie végétale, Germination.*
Physiothérapie. — Voir *Aérophagie.*
Physique. — Sur l'état dit *Sama-Zustand;* par M. *Erik A. Holm*.... 483
— Voir *Chaleur, Cristallographie, Élasticité.*
Physique cosmique. — Sur la nature des rayons ultrapénétrants (rayons cosmiques); par MM. *Pierre Auger* et *D. Skobelzyn*................ 55
— Sur les échos retardés; par M. *Carl Störmer*...................... 365
— *Errata* relatifs à cette communication.......................... 653
— Voir *Soleil.*
Physique du globe. — Relation entre les titres en ozone de l'air du sol et de l'air de la haute atmosphère; par MM. *A. Lepape* et *G. Colange*. 53
— Voir *Électricité atmosphérique, Magnétisme terrestre, Météorologie, Océanographie, Ozone, Volcanologie.*
Physique industrielle. — Voir *Énergie thermique des mers.*
Physique mathématique. — Théorie de la formation des gros ions et gouttelettes; par M. *Alex. Véronnet*. 1249
— Voir *Élasticité, Marées dynamiques, Potentiel (Théorie du).*
Physique moléculaire. — Les vernis superficiels sur l'eau et les dimensions moléculaires; par M. *André Marcelin*..................... 236
— De l'extension des lubrifiants sur les surfaces solides. Influences moléculaires. Rôle de la photolyse; par M. *Paul Woog*................ 977
— Voir *Molécules.*
Physique théorique. — Le mécanisme de l'émission et l'expérience de Melde; par M. *L. Décombe*....... 684
— L'expérience de Melde et les conditions de Sommerfeld; par M. *L. Décombe*...................... 1251
Piézo-électricité. — Sur les vibra-

Pages.

tions suivant l'axe optique dans un quartz piézo-électrique oscillant; par M. *Edgar-Pierre Tawil*. 163

PILES. — Sur les piles à électrolyte fondu. La pile; oxyde de cuivre-soude caustique fondue-zinc; par M. *G.-I. Costeanu*.................... 35

PLANKTON. — Sur la présence du genre *Ctenoplana* dans les eaux de l'Indochine française; par M. *C. N. Dawydoff*.................... 1315

PLIS CACHETÉS. — Ouverture d'un pli cacheté.
— de M. *Charles Dhéré*.................... 609
— de M. *A. Lafay*.................... 820
— de M. *Louis Le Rond*.................... 894
— de M. *Louis-Jules Martin*.................... 964
— de M. *Auguste Cabanes*.................... 1052

PLOMB. — Action des carbonates alcalins sur le chlorure de plomb; par Mme *N. Demassieux*.................... 333
— Action des carbonates alcalins sur le bromure, l'iodure et le nitrate de plomb en solution aqueuse; par Mme *N. Demassieux*.................... 428
— Action des oxalates alcalins sur les sels halogènes de plomb en solution aqueuse; par Mme *N. Demassieux*. 535
— Étude aux rayons X de quelques halogéno-sels préparés par Mme Demassieux; par M. *Mathieu*..... 536

POISSONS. — Voir *Hydrodynamique, Ichtyologie*.

POLARIMÉTRIE. — Voir *Acide tartrique*.

POLARISATION. — Polarisation elliptique produite par réflexion à la surface des solutions d'acides gras dans l'eau; par M. *Ch. Bouhet*.................... 43
— Voir *Électrochimie*.

POLARISATION DIÉLECTRIQUE. — Voir *Colloïdes*.

POLARISATION ROTATOIRE. — Influence de la température et des solvants sur les pouvoirs rotatoires des corps actifs; par M. *R. Lucas* et Mlle *D. Biquard*.................... 1077
— Voir *Photochimie, Synthèse asymétrique*.

POLARISATION ROTATOIRE MAGNÉTIQUE. — Mesure du pouvoir rotatoire magnétique des gaz et des vapeurs; par M. *R. de Mallemann* et *P. Gabiano*.................... 281

POLYMÉRISATION. — Voir *Carbures*.

POLYNOMES. — Voir *Fonctions*.

POTASSIUM. — Voir *Chimie physique*.

POTENTIEL (THÉORIE DU). — Sur une application des intégrales de Stieljes au problème de Neumann; par M. *Gunther*.................... 447

POUVOIR ANTIOXYGÈNE. — Voir *Champignons*.

PRIX ET SUBVENTIONS ATTRIBUÉS. — Prix et subventions attribués en 1929 : Rapports.................... 1120

PROBABILITÉS (CALCUL DES). — Sur les probabilités des phénomènes liés en chaîne de Markoff; par M. *B. Hostinsky*.................... 78
— Quelques propositions sur les limites stochastiques éventuelles; par M. *Eugène Slutsky*.................... 384
— Sur les probabilités *a posteriori*; par M. *V. Romanovsky*.................... 515
— Sur l'erreur quadratique moyenne du coefficient de corrélation dans le cas des suites des épreuves non indépendantes; par M. *Eugène Slutsky*.................... 612
— Sur l'extension de la théorie de périodogrammes aux suites de quantités dépendantes; par M. *Eugène Slutzky*.................... 722

PROSTISTOLOGIE. — L'évolution des *Paramœbidium*, nouveau genre d'Eccrinides, parasite des larves aquatiques d'Insectes; par MM. *L. Léger* et *O. Duboscq*.................... 75

PROTÉIDES. — Voir *Chimie végétale*.

PROTÉINES. — Sur quelques propriétés physico-chimiques de la globine naturelle; par M. *Jean Roche*..... 378
— *Errata* relatifs à cette communication.................... 788
— Hydrolyses pepsique et trypsique de la gliadine du Blé dans leurs rapports avec la formation des diacipipérazines; par M. *A. Blanchetière*.................... 784
— Action des alcalis caustiques à haute température sur les matières albuminoïdes; par M. *Lucien Dupont*.. 922
— Influence des sels neutres sur la séparation des protéines par la méthode à l'acétone; par M. *Maurice Piettre*. 1034
— Voir *Sérologie*.

PROTOZOAIRES. — L'état de jeûne, con-

Pages.
dition nécessaire, mais non suffisante, de la conjugaison expérimentale de l'Infusoire *Glaucoma scintillans*; par M. *Édouard Chatton* et Mme *M. Chatton* 59

— Voir *Médecine expérimentale*.
Pyrométrie. — Mesure des longueurs d'ondes effectives des écrans utilisés en pyrométrie; par M. *Mendousse* 30

R

Radioactivité. — Sur l'activation dans les gaz rares; par MM. *M. Laporte* et *L. Goldstein* 689
— Sur les propriétés électrochimiques du polonium; par M. *Frédéric Joliot* 986
— Le débit de chaleur du polonium; par Mlle *A. Dorabialska* 988
— Sur le rayonnement responsable du relèvement final des courbes d'absorption relatives au Ra (D + E); par MM. *Georges Fournier* et *Marcel Guillot* 1079
— Sur un procédé d'activation de la matière; par M. *G. Reboul* 1256
— Sur la nature du rayonnement absorbable qui accompagne les rayons α du polonium; par Mme *Irène Curie* et M. *Frédéric Joliot* 1270
Radiochimie. — Voir *Fluorescence*, *Photo-électricité*.
Rayons positifs. — Sur l'émission des rayons anodiques de sodium et de chrome; par M. *A. Poirot* 150
Rayons ultraviolets. — Voir *Stérols*.
Rayons X. — Diffraction des rayons X dans diverses substances, principalement dans les liquides; par MM. *Jean Thibaud* et *Jean-J. Trillat* 751
— Effets de filtration de la radiation générale sur les diagrammes de rayons X des liquides. Détermination de coefficients d'absorption; par MM. *Jean Thibaud* et *Jean-J. Trillat* 907
— Voir *Électro-optique*, *Plomb*.
Réflexion. — Voir *Polarisation*.
Relativité. — Sur les équations de Dirac dans la théorie de relativité générale; par M. *V. Fock* 25
— Sur le traitement relativiste du problème de plusieurs corps; par M. *L. Goldstein* 984

Reptiles. — Voir *Cytologie*.
Réseaux. — Sur la théorie des réseaux; par M. *A. Demoulin* 1053
— *Errata* relatifs à cette communication 1334
Résistance électrique. — Méthode pour la détermination de l'ohm en valeur absolue; par M. *Marcel Picard* 125
— Résistance métallique de 10^{11} à 10^{11} ohms. Nouvelle mise au point de la méthode de Bronson; par M. *Eligio Perucca* 527
— Formules simples permettant, dans tous les cas, le calcul rapide des résistances ohmiques en courant alternatif; par M. *Albert Levasseur* 529
Respiration. — Le coefficient hémopnéique et ses applications; par M. *Jules Amar* 709
— L'eau émise par vaporisation et ses rapports avec les échanges respiratoires chez les homéothermes. Le rapport $\frac{H^2O}{O_2}$; par MM. *André Mayer* et *Georges Nichita* 869
— Adaptation respiratoire du cœur; par M. *Jules Amar* 1201
— Voir *Physiologie végétale*.
Réunion de l'ozone et de l'absorption atmosphérique. — M. *Fabry* fait hommage d'un fascicule résumant les travaux de la « Réunion de l'ozone et de l'absorption atmosphérique » qui a eu lieu sous sa présidence 1221
Réunion internationale de chimie physique. — M. *Jean Perrin* fait hommage des Rapports et Discussions de cette Réunion 269
Revue des Deux Mondes. — M. *Émile Picard* est délégué à la célébration du Centenaire de la « Revue des

Pages.
Deux Mondes », à la Sorbonne, le 15 décembre 1052
Rubrène. — Recherches dans la série des rubrènes. Corps azotés obtenus à partir de l'éther chlorhydrique du diphénylphényléthinylcarbinol; par M. *Joseph Robin*............ 252
— Sur la formation de rubrène à partir de dérivés non chlorés; par M. *Joseph Robin*..................... 337

S

Saccharose. — Voir *Chaleur*.
Sang. — Voir *Chimie physiologique*.
Saponification. — Voir *Graines*.
Scories. — Voir *Chimie agricole*.
Sel d'aluminium. — Voir *Chimie physique*.
Sels. — Voir *Plomb*.
Sels hydratés. — Voir *Chaleur*.
Séries. — Sur les singularités d'une classe de série de Dirichlet; par M. *P.-L. Srivastava*............... 231
— *Errata* relatifs à cette communication......................... 547
Sérologie. — Sur l'amylase du sérum de Cheval et les variations de son activité en fonction des saignées successives; par M. *Brocq-Rousseu*, Mme *Z. Gruzewska* et M. *G. Roussel* 501
— Étude comparée des protéines dans le sérum sanguin et dans les sérosités pathologiques; par MM. *Ch. Achard* et *A. Arcand*........... 510
— Influence de la concentration ionique du milieu sur l'activité de l'amylase du sérum de Cheval; par M. *Brocq-Rousseu*, Mme *Z. Gruzewska* et M. *G. Roussel*......... 589
— Influence du formol sur la précipitation des matières azotées des sérums par l'acide trichloracétique; par MM. *Marcel Mascré* et *Maurice Herbain*............ 876
— Le pouvoir-tampon du sérum; par MM. *W. Arciszewski* et *W. Kopaczewski* 1029
— Le rapport du pouvoir hydrolysant de l'amylase du sérum de Cheval aux protéines sériques; par M. *Brocq-Rousseu*, Mme *Z. Gruzewska* et M. *G. Roussel*............... 1203
Sexualité. — Voir *Cytologie animale*, *Zoologie*.
Silicates. — Voir *Chimie minérale*.
Silicium. — L'oxydabilité du silicium en fonction de son état de division; par M. *A. Sanfourche*........... 533
— Voir *Chimie minérale*.
Silicose pulmonaire. — Sur le mécanisme de la silicose pulmonaire. Influence sur les cellules cultivées *in vitro* des poussières silicieuses provenant du travail au rocher dans les mines de houille; par MM. *A. Policard*, *S. Doubrow* et M. *Boucharlat*................. 593
Sodium. — Voir *Chimie physique*.
Soleil. — Champ magnétique du Soleil, général et extérieur; par M. *H. Deslandres*..................... 413
— Voir *Astronomie physique*, *Éclipses*.
Solutions ammoniacales. — Voir *Aluminium*.
Son. — Voir *Acoustique*.
Soufre. — Voir *Chimie végétale*.
Sous-marins. — M. *M. Laubeuf* fait hommage d'une étude intitulée « Le Sauvetage des sous-marins ». 433
Spectre de résonance. — Sur la complexité des termes du spectre de résonance des vapeurs de tellure; par M. *Witold Kessel*....... 94
— Sur les séries de résonance de la vapeur de soufre; par M. *P. Swings*. 982
Spectrochimie. — Voir *Hydrologie*.
Spectroscopie. — Spectres du phosphore et de l'arsenic dans l'ultraviolet extrême. Multiplets de As IV et As V; par M. *Paul Queney*..... 158
— Spectre continu de l'atome d'hydrogène; par MM. *D. Chalonge* et *Ny Tsi Zé*......................... 243
— Sur les spectres de l'hydrogène obtenus par choc électronique dans un mélange hydrogène-vapeur de mercure; par M. *Stefan Vencov*... 107
— Spectres de bandes de la vapeur de

Pages.
zinc; par M. *H. Volkringer*....... 1264
— Voir *Absorption*, *Diffusion moléculaire*, *Électronique*, *Pyrométrie*, *Valence*.
SPIROCHÈTES RÉCURRENTS. — Sur les rapports du Spirochète récurrent marocain *Sp. hispanicum* var. *marocanum* avec le porc-épic; par MM. *Charles Nicolle*, *Charles Anderson* et *Jacques Colas-Belcour*... 224
— Les Spirochètes récurrents marocains du groupe *hispanicum* ne sont pas séparables en espèces; par MM. *Charles Nicolle* et *Charles Anderson*. 817
— Rôle d'*Ornithodorus erraticus* dans la transmission naturelle de deux Spirochètes récurrents. Danger de la propagation de la fièvre récurrente hispano-marocaine à l'Algérie et à la Tunisie; par MM. *Charles Nicolle*, *Charles Anderson* et *Jacques Colas-Belcour*... 1220
— Voir *Médecine expérimentale*,
STÉROLS. — Déplacement de l'iode d'un iodure par une solution huileuse de cholestérol ou d'ergostérol irradiée par la lumière solaire; par M. *Émile Rousseau*............. 37
— Sur l'effet photographique produit par les stérols, après leur exposition aux rayons ultraviolets; par MM. *J. Cluzet* et *Kofman*........ 45
— Sur l'activité photochimique de divers stérols et sur la nature de leur action; par MM. *L. Hugouneng* et *E. Couture*................. 47
— Action oxydante de la lumière solairesur une solution huileuse de zymostérol; par M. *Émile Rousseau*..................... 173
— Les théostérols du Cacao; par MM. *H. Labbé*, *Heim de Balsac* et *R. Lerat*......................... 864
STREPTOCOQUE. — Voir *Immunologie*.
STRUCTURES MOLÉCULAIRES. — Voir *Rayons X*.
SUCRES. — Voir *Chimie analytique*.
SULFATE. — Voir *Gallium*.
SULFURES MÉTALLIQUES. — Voir *Chimie physique*, *Colloïdes*.
SURDITÉ. — Causes et conséquences de la surdité de Beethoven; par M. *Marage*.................... 1036
SURFACES. — Voir *Géométrie*.
SYNTHÈSE ASYMÉTRIQUE. — Sur la synthèse asymétrique et sur l'existence en solution des composés racémiques; par M. *A. Cotton*..... 1211

T

TANIN. — Voir *Champignons*, *Chimie végétale*.
TECTONIQUE. — Précisions nouvelles sur la structure de la partie méridionale du Vuache; par M. *H. Vincienne*.................... 190
TELLURE. — Voir *Spectre de résonance*.
TEMPÉRATURE. — Voir *Conductibilité*, *Fonte*.
THÉORIE CINÉTIQUE DES GAZ. — Voir *Acoustique*.
THÉRAPEUTIQUE. — Les *Caloncoba* à huile antilépreuse du Cameroun; par M. *Peirier*................. 471
— *Errata* relatifs à cette communication.......................... 547
THERMOCHIMIE. — Chaleurs d'hydrolyse des amides : acétamide; par M. *E. Calvet*.................. 530
THERMODYNAMIQUE. — Peut-on démontrer la relation de Maxwell-Clausius sans recourir au principe de Carnot ?; par M. *Vasilesco Karpen*....................... 359
— Sur les machines qui fonctionnent entre deux sources radiantes; par M. *T. Takéuchi*................ 1067
— Voir *Piézo-électricité*.
THORIUM. — Voir *Cristallographie*.
TITANE. — Le titane dans les plantes cryptogames; par M. *Gabriel Bertrand* et Mme *C. Voronca-Spirt*.... 73
— Le titane dans les animaux; par M. *Gabriel Bertrand* et Mme *Voronca-Spirt*.......................... 221
TOURBILLONS. — M. *Henri Villat* fait hommage de ses : « Leçons sur la théorie des tourbillons »......... 1221
— Voir *Hydrodynamique*.

Pages.

TOXICITÉ. — Voir *Alcaloïdes*.
TOXINE. — Sur la production d'une toxine diphtérique très active; par M. *G. Ramon* 718
— Voir *Bactériologie*.
TRANSPORTS. — La formule auto-ferroviaire des transports rapides à grand rendement; par MM. *Louis Hirschauer* et *Augustin Talon* 902
TREMPE. — Voir *Chimie minérale*.
TUMEURS. — Expériences sur l'action d'aminoacides vis-à-vis des Tumeurs de goudron chez la Souris; par MM. *F. Vlès*, *A. de Coulon*, *J. Nicod* 1205
ULTRAVIOLET. — Stabilité dans les spectres d'absorption. Absorption dans l'ultraviolet des diacides de la série grasse; par M[me] *Ramart-Lucas* et M. *F. Salmon-Legagneur* 915
— Voir *Isomères*, *Spectroscopie*.

U

UROLOGIE. — M. *P. Bazy* fait hommage d'un ouvrage intitulé « Urologie pratique ».. 1052

V

VALENCE. — Les termes spectraux et la valence chimique; par M. *Adolfo T. Williams* 1075
VAPEUR. — Voir *Polarisation rotatoire magnétique*.
VERS A SOIE. — Voir *Pathologie animale*.
VOLATILITÉ. — Voir *Chimie minérale*.
VOLCANOLOGIE. — Sur la région volcanique sous-marine des îles Catwick; par M. *P. Marti* 457
— Voir *Lithologie*.

Z

ZINC. — Voir *Physiologie végétale*.
ZIRCONIUM. — Sur l'iodure de zirconium; par MM. *Ed. Chauvenet* et *J. Davidowicz* 408
ZOOLOGIE. — Sur les caractères sexuels secondaires des Limules; par M. *Ch. Gravier* 11
— Sur un nouveau Carnivore malgache du genre *Eupleres;* par M. *L. Lavauden* 197
— Sur la faune aquatique du Sahara central; par M. *H. Gauthier* 201
— Sur le Chat sauvage de la Corse; par M. *L. Lavauden* 1023
— Voir *Acariens*, *Annélides*, *Arachnide*, *Biologie*, *Embryogénie*, *Entomologie*, *Ichtyologie*, *Echinides*, *Plankton*, *Protozoaires*.

TABLE DES AUTEURS.

A

MM. Pages.

ACADÉMIE D'ATHÈNES. — Adresse des compliments de condoléance à l'occasion de la mort de M. *Charles Depéret* 329

ACADÉMIE MALGACHE. — Adresse des compliments de condoléance à l'occasion de la mort de M. *Charles Moureu* 122

ACHARD (CHARLES). — Rapport sur le concours du prix Montyon de médecine et chirurgie 1147

ACHARD (CH.) et A. ARCAND. — Étude comparée des protéines dans le sérum sanguin et dans les sérosités pathologiques 510

AGGÉRY (Mlle). — Voir *Nicolas (G.)* et Mlle *Aggéry*.

ALBERT Ier (S. A. S.), *Prince souverain de MONACO*. — M. *Jules Richard* fait hommage du fascicule 77 des Résultats des Campagnes scientifiques accomplies sur son yacht (imp.) 1222

ALLARD (G.). — Sur la structure cristalline du borure de thorium 108

AMAN-JEAN (FRANÇOIS). — Le prix Godard lui est décerné 1152

AMAR (JULES). — Le coefficient hémopnéique et ses applications 709

— Adaptation respiratoire du cœur 1201

AMBERT (P.). — Voir *Fleury (P.)* et *P. Ambert*.

AMPÈRE (ANDRÉ-MARIE) — La Marquise *G. Lannes de Montebello* fait hommage de ses lettres 15

ANCEL (PAUL). — Voir *Bouin (Pol)* et *Paul Ancel*.

ANDANT (A.). — Quelques relations entre la constitution chimique, l'absorption et la fluorescence des alcaloïdes 98

MM. Pages.

ANDERSON (CH.). — Voir *Nicolle (Charles)* et *Charles Anderson*.

— Voir *Nicolle (Charles)*, *Charles Anderson* et *Jacques Colas-Belcour*.

ANDOYER (HENRI). — L'Académie reçoit, à l'occasion de sa mort, des télégrammes de condoléance de la *Société astronomique de Pologne* 16

— Id. de l'*Observatoire de Poznan* 16

— Id. de la *Société astronomique de Russie*. 476

— Son remplacement dans la Section d'astronomie 722

ANDRÉ (MARC). — Une forme adulte du Rouget (*Thrombicula autumnalis* Shaw) 545

ANDRIEUX (L.). — Sur la préparation et les propriétés des borures de tantale et de colombium 1279

ANDRONOW (A.). — Les cycles limites de Poincaré et la théorie des oscillations auto-entretenues 559

ANGLADE (M.). — Voir *Bert (L.)* et *M. Anglade*.

ANTHONY (R.). — Voir *Pontier (G.)* et *R. Anthony*.

APPELL (PAUL). — Prie l'Académie de désigner un des membres de la Section de chimie, qui remplacera dans le conseil de la *Fondation Edmond de Rothschild*, M. *Ch. Moureu* décédé 515

— Est élu membre des Commissions administratives 957

ARCAND (A.). — Voir *Achard (Ch.)* et *A. Arcand*.

ARCAY (G. P.). — Contribution à l'étude expérimentale de la déformation du spiral plat 479, 900

ARCISZEWSKI (W.) et W. KOPACZEWSKI. — Le pouvoir-tampon dn sérum 1029

MM. Pages.
ARGAND (André). — A propos de l'étude du mouvement plan irrotationnel des fluides incompressibles en régime permanent....... 568
ARNULF (Albert). — Sur une méthode pour la détermination des angles par l'utilisation des aires microscopiques 152
ARSONVAL (Arsène d'). — Rapport sur le concours du prix Montyon de médecine et chirurgie......... 1147
— Id. du prix Montyon de physiologie.. 1154
— Id. du prix Argut................. 1154
ASCOLI (Guido). — Sur l'approximation des fonctions............... 85
ASTIER. — Voir *Dubrisay (René), Jean Trillat et Astier.*
ATHANASIU (G.). — Influence de la température sur les forces électromotrices photovoltaïques........ 460
AUBEL (E.). — Voir *Khouvine* (Mme *J.*) MM. *E. Aubel* et *L. Chevillard.*
AUBERT DE LA RÜE (Edgar). — Sur la constitution géologique de l'île Heard..................... 129
AUDUBERT (René) et Mlle M.-L. CLAUDEL. — Activation et structure des molécules (imp.)......... 269
— Influence de la nature de l'électrolyte sur le potentiel d'inversion de l'effet photo-voltaïque............. 800
— La photolyse de l'eau et l'effet photovoltaïque des électrodes d'or et de platine........................ 1265
AUGER (Pierre) et D. SKOBELZYN. — Sur la nature des rayons ultrapénétrants (rayons cosmiques).... 55
AURIC (A.). — Sur une formule empirique donnant les distances auxquelles se sont formés les anneaux successifs de l'hypothèse nébuleuse 455

B

BABES (A.). — Thymus et croissance... 809
BABET (V.). — Une subvention Loutreuil lui est accordée........... 1175
BADESCO (Radu). — Sur une équation intégrale................. 83, 233
— Distribution des singularités. De la solution d'une équation intégrale linéaire 831
BAECKEROOT (G.). — Sur la présence de fossiles d'âge aquitanien dans des grès quartzites épars à la surface du plateau mosellan...... 804
BAILLAUD (Jules). — Pose sa candidature à la place vacante dans la Section d'astronomie par la mort de M. *P. Puiseux*............... 793
— Est présenté en deuxième ligne.... 882
— Obtient des suffrages.............. 893
BAILLAUD (René) (inscrit par erreur Jules). — Présenté en première ligne pour la place de directeur vacante à l'*Observatoire de Besançon*........................ 1223
BALLAY (Marcel). — Voir *Guillet (Léon)* et *Marcel Ballay.*
BALTEAU (J.), A. RASTOUL et M. PRÉVOST, — Dictionnaire de biographie française, fasc. I (imp.)... 554
BARBIER (G.). — Voir *Démolon (A.)* et *G. Barbier.*
BARDET (Jacques) et Arakel TCHAKIRIAN. — Sur quelques combinaisons de l'oxyde de germanium et de l'acide oxalique............ 914
BARRILLON (E.-G.). — Au sujet des disques tournant dans un fluide... 734
BARROIS (Charles). — Rapport sur le concours du prix Fontannes.... 1138
BARY (Mlle Nina). — Sur les fonctions jouissant de la propriété N....... 441
— *Errata* relatifs à cette communication.......................... 547
BARY (Paul) et José V. RUBIO. — Pectographie des solutions colloïdales de sulfures métalliques...... 294
BAUDI DE VESME (César). — Le prix Fanny Emden lui est décerné.. 1156
BAZY (Pierre). — Fait hommage de son ouvrage « Urologie pratique ».. 1052
— Rapport sur le concours du prix Montyon de médecine et chirurgie. 1147
— Id. du prix Godard................ 1152
— Id. du fonds Charles Bouchard..... 1176
BECQUEREL (Jean). — Introduction à une théorie des phénomènes magnétiques dans les cristaux.... 127

MM. Pages.
BEDEL (Ch.). — Sur l'oxydabilité du silicium et sa solubilité dans l'acide fluorhydrique ... 180
— Sur la catalyse de la solubilité du silicium dans l'acide fluorhydrique et l'influence de la trempe ... 643
BEDOS (Pierre). — Sur la rétrogradation du cycle en C^6 au cycle en C^5 à l'aide de l'éthérate de bromure de magnésium ... 255
BÉHAL (Auguste). — Voir *Matignon (Camille)* ... 475
— Rapport sur le concours du prix Jecker ... 1131
BELIN (M.). — Présence d'anticorps dans le pus d'abcès de fixation ... 881
BELOT (Émile). — Présenté en seconde ligne pour la place vacante dans la Section d'astronomie par la mort de M. *Puiseux* ... 882
— Obtient des suffrages ... 893
BELTRÉMIEUX (Édouard). — Un prix Rivot lui est décerné ... 1170
BÉNARD (Henri). — Le prix Bordin lui est décerné ... 1161
— Adresse des remercîments ... 1189
BERT (L.) et M. ANGLADE. — Sur une nouvelle méthode de synthèse du propylbenzène, du propénylbenzène et de leurs homologues ... 645
BERTIN (Léon). — Voir *Roule (Louis)* et *Léon Bertin*.
BERTRAND (Gabriel). — Obtient des suffrages au scrutin pour la désignation d'un membre du Conseil national de l'*Office national des recherches scientifiques et industrielles et des inventions* ... 820
— Rapport sur le concours de la fondation Cahours ... 1135
— Id. du prix Lonchampt ... 1167
BERTRAND (Gabriel) et Mme C. VORONCA-SPIRT. — Le titane dans les plantes cryptogames ... 73
— Le titane dans les animaux ... 221
BERTRAND (Gabriel) et L. SILBERSTEIN. — Sur le dosage du soufre et du phosphore dans les plantes ... 886
— Importance relative du soufre et du phosphore dans la nutrition des plantes ... 1045
BERZELIUS (Jacques). — Levnadsteckning av. *H. G. Söderbaum* (imp.) ... 964
BIERNACKI (Miécislas). — Sur les directions de Borel des fonctions méromorphes ... 21
BIGOT (Alexandre). — Les récifs en coupole du Cambrien de Carteret et les récifs de *Chlorellopsis* ... 816
BIGOURDAN (Guillaume). — Sur la mesure de l'inclinaison de l'axe de rotation de la lunette méridienne dans les déterminations de l'heure. 505
— Rapport sur le concours du prix Damoiseau ... 1122
BINET (Léon) et Charles MAYER. — Technique nouvelle de perfusion sanguine ... 1330
BIQUARD (Mlle D.). — Voir *Lucas (R.)* et Mlle *D. Biquard*.
BIRCH (F.). — Voir *Weiss (Pierre)*, *R. Forrer* et *F. Birch*.
BIRKHOFF (George D.). — Démonstration d'un théorème élémentaire sur les fonctions entières ... 473
BLAISE (Edmond). — Pose sa candidature à la place vacante dans la Section de chimie par la mort de M. *Ch. Moureu* ... 476, 794
— Présenté en seconde ligne ... 1041
BLANC (Georges) et J. CAMINOPETROS. — Quelques données expérimentales sur le virus de la dengue ... 594
BLANCHETIÈRE (A.). — Hydrolyses pepsique et trypsique de la gliadine du blé dans leurs rapports avec la formation des diacipipérazines ... 784
BLONDEL (André). — *Errata* relatifs à une précédente communication, (t. 188, 1929, p. 1533) ... 135
— Sur le calcul des chutes de tension des transformateurs de tension des courants alternatifs, quand ils exigent un fort courant d'excitation ... 346
BÖCHK (H. de) et P. VIENNOT. — Sur la Géologie de l'Irak ... 1000
BOGITCH (B.). — Sur l'oxydation et la réduction des silicates de fer par les gaz ... 581
BOHR (Harald). — Sur un problème de M. Borel ... 826
BOMPIANI (E.). — Les tétraèdres invariants par applicabilité projective attachés aux points d'une

MM. Pages.

surface ... 614

BONHOURE (A). — Voir *Zmaczynski* (*A.*) et *A. Bonhoure.*

BONNESEN (T.). — Le problème des isopérimètres et des isépiphanes (imp.) ... 820

— Assiste à une séance ... 885

BONNET (PIERRE). — Le prix Victor Raulin lui est décerné ... 1140

— Adresse des remercîments ... 1189

BONNET (R.). — L'évolution de l'azote au cours de la germination ... 373

BORDET (JULES). — Assiste à une séance ... 381

BOREL (ÉMILE). — Rapport sur le concours du prix Wilde ... 1167

BORGEAUD (MAURICE). — Le prix Laplace lui est décerné ... 1169

— Un prix Rivot lui est décerné ... 1169

BORŮVKA (OTAKAR). — Sur les surfaces projectivement déformables qui admettent un groupe de ∞^1 transformations projectives en elles-mêmes ... 964

BOTCHKAREFF (P. V.) et M. P. DANILOVA. — Le calcium du sang des moutons normaux et des moutons éthyroïdés ... 304

BOUCHARLAT (M.). — Voir *Policard* (*A.*), *S. Doubrow* et *M. Boucharlat.*

BOUGAULT (J.) et Mlle L. POPOVICI. — Sur la réduction des semicarbazones des acides α-cétoniques. Semicarbazides substituées en 1 par des restes acides ... 186

BOUHET (CH.). — Polarisation elliptique produite par réflexion à la surface des solutions d'acides gras dans l'eau ... 43

BOUIN (POL) et PAUL ANCEL. — Le prix Serres leur est décerné ... 1162

BOULANGER-PILET (G.). — Un prix Bréant lui est décerné ... 1151

BOULIGAND (GEORGES). — Problèmes connexes de la notion d'enveloppe de M. Georges Durand ... 446

— Sur les fronts successifs d'un ensemble de points ... 796

BOUNHIOL (JEAN-PAUL). — Le prix Henri de Parville (ouvrages de sciences) lui est décerné ... 1157

— Adresse des remercîments ... 1189

BOURDOT (HUBERT). — Le prix Desmazières lui est décerné ... 1141

MM. Pages.

— Adresse des remercîments ... 1189

BOURDOUIL (Mlle C.). — Voir *Bridel* (*M.*) et Mlle *C. Bourdouil.*

BOURGUEL (M.) et Mlle V. GREDY. — Sur l'action sélective d'un catalyseur d'hydrogénation ... 757

— Sur le mécanisme de l'hydrogénation catalytique ... 909, 1083

BOURGUIGNON (GEORGES). — Chronaxies sensorielles cutanées chez l'Homme normal ... 305

BOURION (F.) et E. ROUYER. — Étude ébullioscopique des équilibres moléculaires de la résorcine dans les solutions de chlorure de calcium ... 1081

BOUTARIC (AUGUSTIN). — Les ondes hertziennes et la télégraphie sans fil (imp.) ... 78

BOUTARIC (A.) et Mlle M. DUPIN. — Sur une évolution lente des mélanges de solutions colloïdales rappelant les effets anaphylactiques ... 754

BOUVIER (E.-L.). — Sur le classement et la distribution géographique des Saturnioïdes hémileucidiens de la sous-famille des Automérinés ... 603

— Membre des Commissions administratives ... 957

— Rapport sur le concours de la fondation Hirn ... 1171

BOWIE (WILLIAM). — Au sujet des prismes verticaux de la Terre ayant même masse ... 350

— *Errata* relatifs à cette communication ... 412

BRELOT (MARCEL). — Sur le problème de Dirichlet extérieur dans le plan relativement à l'équation $\Delta u = c(x, y) u$ ... 1230

BRICARD (R.). — Le calcul vectoriel (imp.) ... 820

BRICOUT (P.). — Adresse un Rapport sur l'emploi d'une subvention accordée sur la Fondation Danton en 1928 ... 611

BRIDEL (MARC) et Mlle C. BOURDOUIL. — Sur la transformation des glucides au cours du mûrissement des bananes ... 543

BRIDEL (M.) et J. RABATÉ. — Variations dans la composition des rameaux frais de l'Amélanchier (*Amelanchier vulgaris* Mœnch) au

MM. Pages.
cours de la végétation d'une année 776
— Sur la répartition du picéoside (picéine de Ch. Tanret dans le règne végétal) 1304
BRILLOUIN (Léon). — Le prix Wilde lui est décerné 1167
BRILLOUIN (Marcel). — Marées dynamiques d'un océan compris entre deux parallèles. Loi de profondeur quelconque en latitude et longitude 5
— Id. Loi de profondeur quelconque en latitude et longitude. Organisation des calculs 957
— Marées dynamiques d'un océan compris entre deux parallèles. Normalisation simultanée 1216
BRIOUX (Ch.) et Edg. JOUIS. — La chaux active des scories de déphosphoration et des phosphates dits « désagrégés » 117
BROCQ-ROUSSEU, Mme Z. GRUZEWSKA et M. G. ROUSSEL. — Sur l'amylase du sérum de Cheval et les variations de son activité en fonction des saignées successives .. 501
— Influence de la concentration ionique du milieu sur l'activité de l'amylase du sérum de Cheval 589
— Le rapport du pouvoir hydrolysant de l'amylase du sérum de Cheval aux protéines sériques 1203
BROGLIE (Louis de). — La médaille Henri Poincaré lui est décernée... 1159
BRUHAT (G.) et R. LEGRIS. — Sur l'absorption des solutions aqueuses d'acide tartrique et de tartrates alcalins 745
— Sur la dispersion rotatoire de l'acide tartrique et des tartrates alcalins en solution aqueuse 904
BRUMPT (Emile). — Cycle évolutif du *Schistosoma bovis* (= *Bilharzia crassa*), infection spontanée du *Bullinus contortus* en Corse 879
BRUNEL (A.). — Voir *Fosse (R.), A. Brunel* et *P. de Graeve.*
BRUNSCHWIG (R.) et L. JACQUÉ. — Sur une méthode d'essai du benzolmoteur 486
BULLIARD (Henri) et Antoine GIROUD. — Un prix Pourat leur est décerné 1155
BULTINGAIRE (Léon). — Adresse un rapport sur l'emploi d'une subvention accordée sur le Fonds Loutreuil en 1928, à la bibliothèque du Muséum national d'histoire naturelle 1190
BUREAU (R.). — Sur la variation diurne des parasites atmosphériques : moyennes mensuelles, variation annuelle, influences météorologiques 1293
BUSCHEGUENNCE (S.) et S. ROSSINSKI. — Déformation des congruences stratifiables 140

C

CABANES (Auguste). — Demande l'ouverture de deux plis cachetés contenant l'exposé d'un « Traitement simple des vomissements même graves de la grossesse » 1052
CALMETTE (Albert). — Rapport sur le concours du prix Montyon de médecine et chirurgie 1147
— Id. du prix Mège 1153
CALVET (J.). — Influence de divers sels sur la dissolution de l'aluminium pur dans l'acide chlorhydrique 183
— Sur l'attaque de l'aluminium par les solutions ammoniacales 485
— Chaleurs d'hydrolyse des amides : acétamide 530
CAMICHEL (Charles). — Pose sa candidature à la place de membre non résidant vacante par la mort de M. *Ch. Depéret* 722
— Est présenté en seconde ligne 952
— Obtient des suffrages 963
— Un prix Henri Bazin lui est décerné .. 1121
— Adresse des remercîments 1189
CAMINOPETROS (J.) — Voir *Blanc (Georges)* et *J. Caminopetros.*
CAMUS (A.). — Voir *Hickel (R.)* et *A. Camus.*

MM. Pages.

CAMUS (Mlle AIMÉE). — Voir *Camus (E.-G.)* et Mlle *Aimée Camus.*
CARPENTIER (ALFRED). — Sur les fructifications du *Rhodea Gutbieri* Ettingshausen sp 260
— Le prix Fontannes lui est décerné.... 1138
— Adresse des remercîments 1189
CARRIÈRE (E.) et ROUANET. — Dosage du fluor à l'état de fluorure de calcium 1281
CARTAN (HENRI). — Sur la fonction de croissance attachée à une fonction méromorphe de deux variables, et ses applications aux fonctions méromorphes d'une variable...... 521
— Sur la dérivée par rapport à log r de la fonction de c oissance T $(r; f)$... 625
— Sur les zéros des combinaisons linéaires de p fonctions entières données 727
CASTELNUEVO (GUIDO). — Fait hommage d'un Mémoire intitulé « La geometria algebrica e la scuola italiana » 1189
CASTEX (MARIONO R.). — La hipertension arterial mp.) 476
CAULLERY (MAURICE. — Rapport sur le concours de la fondation Savigny 1146
— Id. du prix Serres 1162
CAYEUX (LUCIEN). — Rapport sur le concours du prix Delesse 1137
CHACORNAC (JEAN). — M. *Jean Mascart* fait hommage à la Bibliothèque de l'Institut d'une collection de ses pap ers 226
CHALONGE (DANIEL) et NY TSI ZÉ. — Spectre continu de l'atome d'hydrogène 243
CHALONGE (DAN EL) et F. W. PAUL GÖTZ. — Mesures diurnes et nocturnes de la quantité d'ozone contenue dans la haute atmosphère 704
CHAMPETIER (GEORGES). — Voir *Job (André)* et *Georges Champetier.*
CHAMPY (CH.) et M HEITZ-BOYER. — Mécanisme d'action du bistouri électrique à haute fréquen e (effets thermiques et mécaniques des courants de haute fréquence sur les t ssus) 1039
— Id. (Étude des effets mécaniques des courants de haute fréquence : leur action hémostatique sur les vaisseaux) 1328
CHARBONNIER (PROSPER-JULES). — Le prix Binoux d'histoire et philosophie des sciences lui est décerné. 1157
CHARONNAT (RAYMOND) et RAYMOND DELABY. — Sur un nouveau produit dérivé du pyramidon 850
— Constitution du dioxypyramidon.... 1285
CHATTON (ÉDOUARD) et Mme M. CHATTON. — L'état du jeûne, condition nécessaire, mais non suffisante, de la conjugaison expérimentale de l'Infusoire *Glaucoma scintillans* 59
CHATTON (Mme M.). — Voir *Chatton (Édouard)* et Mme *M. Chatton.*
CHAUDRON (G.). — Voir *Herzog (E.)* et *G. Chaudron.*
— Voir *Villachon (A.)* et *G. Chaudron.*
CHAUVENET (ED.) et J. DAVIDOWICZ. — Sur l'iodure de zirconium 408
CHAVIGNY (PAUL). — Le prix Bellion lui est décerné 1153
CHEVALIER (AUG.). — Sur l'envahissement des bouches de l'Adour et de la Bidassoa par le *Spartina glabra* Muhlb. et sur la variabilité de cette espèce 649
— Sur une Scrophulariée (*Striga hermonthica*) parasite des céréales en Afrique tropicale 1308
CHEVALLEY. — Sur la théorie des idéaux dans les corps algébriques infinis 616
CHEVENARD (PIERRE). — Limite de solubilité du cuivre dans les ferronickels réversibles 576
— Traitement thermique des ferronickels complexes à deux constituants 846
— Voir *Portevin (Albert)* et *Pierre Chevenard.*
CHEVILLARD (L.). — Voir *Khouvine* (Mme *J.*), MM. *E. Aubel* et *L. Chevillard.*
CHOKHATE (JACQUES). — Sur les intégrales de Stieltjes 618
— Sur le polynome de Tchebycheff de la meilleure approximation 829
CHOPIN (MARCEL). — Sur l'écoulement des gaz à travers un orifice en mince paroi, à des températures

MM. Pages.

variables ... 979
— *Errata* relatifs à cette communication. 1334
CHOUCHAK (D.). — La lutte entre les plantes cultivées et les microorganismes du sol pour leur nutrition minérale; action du sang desséché sur l'engrais phosphaté ... 262
CHOUCROUN (Mlle). — Sur l'hypothèse du rayonnement mitogénétique .. 782
— Voir *Perrin (Jean)* et Mlle *Choucroun*.
CLAUDE (Georges). — Sur les premiers essais de réalisation à Cuba d'une usine Claude-Boucherot ... 661
CLAUDEL (Mlle M.-L.). — Voir *Audubert (René)* et Mlle *M.-L. Claudel*.
CLERGET (Pierre). — Un prix Plumey lui est décerné ... 1127
— Adresse des remercîments ... 1190
CLUZET (J.) et KOFMAN. — Sur l'effet photographique produit par les stérols, après leur exposition aux rayons ultraviolets ... 45
COCULESCU (N.). — Curs de Astronomie teoretică (imp.) ... 515
COLANGE (G.). — Voir *Lepape (A.)* et *G. Colange*.
COLAS-BELCOUR (Jacques). — Sur l'identité d'*Ornithodorus erraticus* Lucas et d'*Ornithodorus marocanus* Velu ... 1316
Voir *Nicolle (Charles)*, *Charles Anderson* et *Jacques Colas-Belcour*.
COLIN (Henri). — Une subvention Loutreuil lui est accordée ... 1172
COMBES (R.) et M. PINEY. — Protéolyse et protéogénèse chez les plantes ligneuses au cours de l'été et de l'automne ... 942
COMITÉ NATIONAL DE GÉODÉSIE ET GÉOPHYSIQUE. — Une subvention Loutreuil est accordée à sa Section de séismologie pour la création de deux stations séismologiques dans les îles de Tahiti et de la Nouvelle-Calédonie ... 1172
CORDIER (P.). — Sur les anhydrides dialcoyloxysucciniques ... 538
CORRAL (José Isaac). — Cantidades complejas et relatividad eliptica, parte III: Geometrizacion de la fisica en los universos positivos (imp.) 611
COSTANTIN (Julien). — Rapport sur le concours du prix Montagne ... 1142
COSTEANU (G.-I.). — Sur les piles à électrolyte fondu. La pile; oxyde de cuivre-soude caustique fonduezinc ... 35
COTTE (Gaston). — Un prix Montyon de médecine et chirurgie lui est décerné ... 1147
COTTIER (Henri). — Une subvention Loutreuil lui est accordée ... 1172
— Adresse des remercîments ... 1223
COTTON (Aimé). — Actions de la lumière polarisée sur certaines plaques photographiques préparées à partir de solutions d'argent colloïdal ... 599
— Sur le problème de la synthèse asymétrique, et sur les actions combinées de la lumière polarisée et d'un champ magnétique sur certaines plaques photographiques ... 657
— Rapport sur le concours du prix Henri de Parville de physique ... 1129
— Sur la synthèse asymétrique et sur l'existence en solution des composés racémiques ... 1211
COULON (A. de). — Voir *Vlès (F.)*, *A. de Coulon*, *J. Nicod*.
COURNOT (Jean). — Voir *Roux (Albert)* et *Jean Cournot*.
COURRÉGELONGUE (Jean). — Sur l'existence de deux familles de tourbillons à l'arrière des solides immergés ... 972
COUTURE (E.). — Voir *Hugounenq (L.)* et *E. Couture*.
COUVREUR (Maurice). — Craie bréchoïde de Plaisir (Seine-et-Oise) ... 257
— Sur l'épigénie siliceuse conforme et non conforme des tests de Lamellibranches ... 998
CUÉNOT (Lucien). — Présenté en seconde ligne pour la place vacante parmi les membres non résidants par la mort de M. *Depéret* ... 952
CURIE (Mme Irène) et M. Frédéric JOLIOT. — Sur la nature du rayonnement absorbable qui accompagne les rayons α du polonium. 1270
CUSCO (Mme). — Une partie des arrérages de la fondation Lannelongue lui est attribuée ... 1168
— Adresse des remercîments ... 1190
CZAPSKA (Mlle W.). — Spectres de Raman des para, ortho, métaxylènes ... 32

D

MM. Pages.
DA COSTA LOBO. — Nouveau mode de représentation des particularités des couches sphériques solaires 277
DALLONI (MARIUS). — Le prix Delesse lui est décerné.......... 1137
— Adresse des remercîments.......... 1190
DANGEARD (LOUIS). — Sur les Foraminifères enveloppants des oolithes et des pisolithes.......... 57
DANGEARD (PIERRE). — Sur quelques algues iodifères nouvelles.......... 862
— Un prix Montagne lui est décerné.... 1142
DANIEL (LUCIEN). — Nouvelles observations sur les *Pirocydonia* et leurs générateurs.......... 301
DANILOVA (M.-P.). — Voir *Botchkareff (P.-V.)* et *M. P. Danilova.*
DANJON (ARMAND). — Déplacement périodique de la Polaire.......... 841
— Résultats obtenus pendant l'éclipse du 9 mai 1929 par la mission de l'Observatoire de Strasbourg à Poulo Condore.......... 1190
— Présenté en première ligne pour la place de directeur vacante à l'observatoire d'Alger.......... 1223
DANTAN (J.-L.). — Voir *Gravier (Ch.)* et *J.-L. Dantan.*
DARZENS (GABRIEL). — Pose sa candidature à la place vacante dans la Section de chimie par la mort de M. *Ch. Moureu*.......... 554
— Condensation du chlorure de l'acide diméthylacrylique avec le benzène. Obtention de la diméthylvinylphénylcétone.......... 766
— Sur l'alcool hexahydrophényléthylique et quelques-uns de ses homologues.......... 852
DARZENS (GEORGES) et ANDRÉ LÉVY. — Sur l'alcool phényldiméthyléthylique primaire et quelques-uns de ses dérivés.......... 1287
DAUZÈRE (C.). — Sur la formation des charges électriques dans les nuages. 1092
DAVIDOWICZ (J.). — Voir *Chauvenet (Éd.)* et *J. Davidowicz.*
DAWYDOFF (C. N.). — Sur la présence du genre *Ctenoplana* dans les eaux de l'Indochine française.......... 1315
DEBRÉ (ROBERT). — Voir *Ramon (G.)* et *Robert Debré.*
DÉCOMBE (L.). — Le mécanisme de l'émission et l'expérience de Melde. 684
— L'expérience de Melde et les conditions de Sommerfeld.......... 1251
DEDEDANT (G.). — Contribution mathématique à l'analyse du champ de pression.......... 1091
DÉJARDIN (GEORGES). — Le prix Hébert lui est décerné.......... 1129
— Adresse des remercîments.......... 1190
DELABY (RAYMOND). — Voir *Charonnat (Raymond)* et *Raymond Delaby.*
DELAHAYE (VICTOR). — Un prix Noury lui est décerné.......... 1174
DELANOË (P.). — Les Spirochètes marocains des Ornithodores des terriers et le spirochète de Mansouria ne sont pas doués de récurrence pour l'homme. Ils constituent une espèce distincte du spirochète espagnol, *Sp. hispanicum* S. de Buen 1926.......... 398
DELAPLACE (RENÉ). — Sur la disparition de l'hydrogène dans les tubes à décharge.......... 849
DELENS (PAUL). — Sur les propriétés de certaines familles de courbes... 226
— Sur une équation d'applicabilité des surfaces.......... 272
DELÉPINE (MARCEL). — Pose sa candidature à la place vacante dans la Section de chimie par la mort de M. *Ch. Moureu*.......... 554
— Est présenté en première ligne.... 1041
DEMASSIEUX (Mme N.). — Action des carbonates alcalins sur le chlorure de plomb.......... 333
— Action des carbonates alcalins sur le bromure, l'iodure et le nitrate de plomb en solution aqueuse.......... 428
— Action des oxalates alcalins sur les sels halogénés de plomb en solution aqueuse.......... 535
DEMOLON (A.) et G. BARBIER. —

MM. Pages

Fixation et mobilisation de P^2O^5 dans les limons 1310
DEMOULIN (A.). — Sur la théorie des réseaux 1053
— *Errata* relatif à cette communication........................ 1334
DEMOUSSY (ÉMILE). — Une subvention Loutreuil lui est accordée..... 1172
— Adresse des remercîments 1190
DEMTCHENKO (B.). — Sur un problème inverse au problème de Dirichlet 725
DEPÉRET (CHARLES). — L'*Académie des sciences d'Athènes* adresse des compliments de condoléances à l'occasion de sa mort........... 329
— Son remplacement parmi les membres non résidants.. 722, 819, 951, 963, 1189
DESGREZ (ALEXANDRE). — Rapport sur le concours du prix Pourat.......................... 1155
DESGREZ (ALEXANDRE) et P. RÉGNIER. — Étude expérimentale de l'action de l'eau d'Évian dans les néphrites provoquées......... 420
DESLANDRES (HENRI). — Membre du Conseil de perfectionnement de l'*École polytechnique*.......... 16, 554
— Annonce un déplacement de séance à l'occasion des fêtes de l'Assomption.......................... 313
— Souhaite la bienvenue à M. *Tanakadate* 313
— Champ magnétique du Soleil, général et extérieur.................. 413
— Rapport sur le concours du prix Valz......................... 1123
DHÉRÉ (CHARLES). — Demande l'ouverture d'un pli cacheté contenant une note intitulée : « Dispositif permettant de compenser les variations d'intensité lumineuse résultant, dans le spectre, du mode de dispersion par les prismes ».................. 609, 610
DODE (L.-A.). — Juglandacées, Myriacées, Casuarinacées, *in* Flore générale de l'Indochine, fasc. 9, tome 5, (imp.) 1052
DOP (PAUL). — Sur deux genres nouveaux de Bignoniacées du Tonkin 1096
— Le prix de Coincy lui est décerné.... 1144

MM. Pages.

— Adresse des remercîments.......... 1190
DORABIALSKA (Mlle A.). — Le débit de chaleur du polonium.......... 988
DOSTAL (R.). — Sur la reproduction du *Caulerpa* 493
DOUBROW (S.). — Voir *Policard (A.), S. Doubrow* et *M. Boucharlat.*
DOUIN (CHARLES). — Le prix Thore lui est décerné................. 1144
DOURGNON (J.) et P. WAGUET. — Procédé de calcul des éclairements produits par des sources non ponctuelles rayonnant suivant la loi de Lambert et de brillance constante 361
DOUVILLÉ (HENRI). — Fait hommage de la Notice nécrologique qu'il a consacrée à *Jacques de Morgan*.... 963
— Remarques au sujet d'une communication de MM. *H. de Böckh* et *P. Viennot*....................... 1002
— Rapport sur le concours du prix Gay 1124
DRZEWIECKI (S.). — Sur la détermination de la vitesse du son, basée sur la théorie cinétique des gaz.... 122
DUBOIS (EMMANUEL). — Sur l'effet Volta dans la vapeur d'eau et dans l'hydrogène 93
— Sur l'effet Volta. Influence de l'oxydation des électrodes........... 1260
DUBOIS (P.). — Voir *Geloso (M.)* et *P Dubois.*
DUBOS (BERNARD J.). — Adresse une note intitulée « Création et utilisation industrielle de tourbillons atmosphériques et des trombes dans les régions chaudes et tempérées »....................... 1333
DUBOSCQ (O.). — Voir *Léger (L.)* et *O. Duboscq.*
DUBREUIL (P.). — Quelques compléments au théorème de Nœther.... 672
DUBRISAY (RENÉ). — Une subvention Loutreuil lui est accordée.... 1172
— Le Grand prix des sciences physiques lui est décerné................. 1159
— Adresse des remercîments.......... 1190
DUBRISAY (RENÉ), JEAN TRILLAT et ASTIER. — Sur les suspensions de kaolin dans divers milieux..... 41
DUBRISAY (RENÉ) et ALBERT SAINT-MAXEN. — Sur l'autoxydation de l'hydroquinone 694

MM. Pages.

DUCHAUSSOY (H.). — Les anciens vignobles de la région de Meudon (imp.) 554
DUCLAUX (J.) et R. TITEICA. — Équilibres micellaires et équilibres de membranes................. 101
DUFAY (J.) et Mlle R. SCHWÉGLER. — Sur la mesure visuelle des brillances très faibles.............. 1261
DUFOUR (PAUL). — Présenté en seconde ligne pour la chaire de Machines vacante au *Conservatoire national des arts et métiers*... 77
DUFRAISSE (CHARLES). — Voir *Moureu (Charles), Charles Dufraisse* et *Paul Gagnon.*
DUFRAISSE (CHARLES) et ROGER NETTER. — Recherches stéréochimiques dans la série de la benzalacétophénone. L'isomérie stéréochimique des α-bromo-ρ-éthoxybenzalacétophénones........... 299
DUMANOIS et MONDAIN-MONVAL. — Sur l'oxydation directe des hydrocarbures par l'air.......... 761
DUNOYER (LOUIS). — Le prix Valz lui est décerné.................. 1123
— Adresse des remercîments.......... 1190
DUPIN (Mlle M.). — Voir *Boutaric (A.)* et Mlle *M. Dupin.*
DUPONT (G.) et J. LÉVY, — Sur l'autooxydation de l'acide abiétique......................... 763
— Id. Action des catalyseurs.......... 920
DUPONT (LUCIEN). — Action des alcalis caustiques à haute température sur les matières albuminoïdes......................... 922
DURAND (ADRIEN). — Inauguration de son monument............... 505
DURAND (GEORGES). — Sur la construction de Cantor-Minkowski dans l'espace 443
DUREPAIRE (MICHEL).—Voir *Turpain (Albert)* et *Michel Durepaire.*
DUVAL (CLÉMENT) et Mme CLÉMENT DUVAL. — Étude des cobaltipentammines et recherches sur un nouveau cas d'isomérie.......... 537

E

ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE. — Une subvention Loutreuil est accordée à sa bibliothèque 1173
ÉCOLE SUPÉRIEURE D'ÉLECTRICITÉ. — Une subvention Loutreuil est accordée à sa bibliothèque....................... 1173
— Adresse des remercîments.......... 1190
EGINITIS (DÉMÉTRIUS). — Assiste à une séance 549
EINSTEIN (ALBERT). — Assiste à une séance 789
EMERY (EUGÈNE). — Le prix de la Marine est décerné à sa mémoire... 1127
— Sa veuve adresse des remercîments.. 1190
ÉMIR (FAHIR). — Solutions superficielles et vernis moléculaires. Étude de quelques corps et détermination des longueurs de leurs molécules... 239
ESCANDE (L.) et TEISSIE-SOLIER. — Sur la détermination chronophotographique du potentiel des vitesses dans les écoulements plans par application du théorème de Stokes, et sur la similitude des barrages déversoirs 317
ESCHEVANNES (CARLOS D') — Les rayons ultraviolets (imp.)........ 611
ESCLANGON (ERNEST). — Pose sa candidature à la place vacante dans la Section d'astronomie par la mort de M. *P. Puiseux*.......... 476
— Est présenté en première ligne.... 882
— Est élu.......................... 893
— Son élection est approuvée......... 1046
EVANS.—Assiste à une séance........ 473

F

MM. Pages.

FABRY (Charles). — Obtient des suffrages au scrutin pour l'élection d'un membre du *Conseil national des recherches scientifiques et industrielles et des inventions* 820
— Rapport sur le concours du prix Hébert 1129
— Id. du prix Hughes.................. 1129
— Fait hommage d'un fascicule résumant les travaux de la « Réunion de l'ozone et de l'absorption atmosphérique » qui a eu lieu sous sa présidence 1221
FAGUET (Michel). — Voir *Richet (Charles)* et *Michel Faguet.*
FAIDUTTI (Marcel). — Transpositions d'oxydes d'éthylène dans la série terpénique.................. 854
FATOU. — Sur un critère de stabilité... 967
FAUNE DES COLONIES FRANÇAISES. — Une subvention Loutreuil lui est accordée.................. 1173
— Adresse des remercîments.......... 1190
FAVARD (J.). — Recherches sur les courbes convexes et les couvercles.. 823
FAVREL (G.). — Obtention d'azoïques mixtes correspondant à des alcoylacétylacétones 335
FAYE (E.). — Adresse des remercîments pour une subvention accordée sur la Fondation Loutreuil 1223
FAYET (Gaston). — Observatoire de Nice (Fondation R. Bichoffsheim). Étoiles intermédiaires (Zone — 5° à + 5°). Catalogue et mouvements propres (imp.).................. 722
— Le prix Damoiseau lui est décerné... 1122
— Adresse des remercîments.......... 1190
— Une subvention Loutreuil lui est accordée......................... 1172
FÉDOROFF (W.-S.). — Sur la croissance des fonctions analytiques et de leurs dérivées................ 837
FERRIÉ (Gustave). — Fait hommage du « Recueil des travaux de l'Assemblée générale de l'Union Radio scientifique internationale tenue à Washington en octobre 1927 et à Bruxelles en septembre 1928 »......................... 1222

MM. Pages.

FERY (Charles). — Le prix Gaston Planté lui est décerné............ 1128
FICHOT (Eugène). — Sur les ondes de Poincaré dans un canal tournant.. 401
FINIKOFF (S.). — Sur les suites de Laplace contenant des congruences de Wilczynski............. 517
FISCHER (Hans) et Albert KIRRMANN. — Synthèse de quelques mésoporphyrines 467
FLAHAULT (Charles). — Membre de la Commission chargée de dresser une liste de candidats à la place de membre non résidant vacante par la mort de M. *Ch. Depéret*......... 819
FLEURY (P.) et P. AMBERT. — Sur la précipitation des sucres et des polyols à l'état de complexe cupro-barytique...................... 1282
FLINOIS (Alfred). — Un prix Rivot lui est décerné 1169
FLORENTIN (Daniel). — Le prix Montyon des arts insalubres lui est décerné.................... 1130
— Une médaille Berthelot lui est décernée......................... 1159
— Adresse des remercîments.......... 1190
FOCK (V.). — Sur les équations de Dirac dans la théorie de relativité générale 25
FOËX (Ét.) et Et. ROSELLA. Contribution à nos connaissances sur le Piétin du Blé................. 777
FONTAINE (Maurice). — De l'action des fortes pressions sur la respiration des algues................. 647
FORET (Mlle Jeanne). — Une subvention Le Chatelier lui est attribuée.. 1177
FORRER (R.). — Voir *Weiss (Pierre)* et *R. Forrer.*
— Voir *Weiss (Pierre), R. Forrer* et *F. Birch.*
FOSSE (Richard). — Un prix Jecker lui est décerné................. 1131
FOSSE (R.), A. BRUNEL et P. de GRÆVE. — Transformation diastasique de l'acide urique en acide allantoïque 213
— *Errata* relatifs à cette communication.......................... 653

MM. Pages.

— Sur l'allantoïnase et l'origine de l'acide allantoïque chez les végétaux........................ 716

FOURNIER. — Voir *Lyon (Roger), G. Fron* et *Fournier.*

FOURNIER (Ernest). — Observations sur le tour du monde par le *Graf-Zeppelin*..................... 345

— Remarques sur le guidage magnétique des navires................ 598

FOURNIER (Georges) et Marcel GUILLOT. — Sur le rayonnement responsable du relèvement final des courbes d'absorption relatives au Ra (D + E).................. 1079

FOURNIER (M.). — Voir *Guyot (A.)* et *M. Fournier.*

FRANÇOIS (Maurice). — Étude de la dissolution des composés $HgBr.2NH^3$ et $HgCl.2NH^3$.... 583

FRÉCHET (Maurice). — Sur la représentation de la fonction complexe uniforme la plus générale par la somme de deux fonctions plus simples 274

FRÉMONT (Charles). — Les arrérages de la fondation Trémont lui sont décernés 1170

FRIEDEL (G.) et V. MAIKOWSKY. — Sur les mesures de températures dans les sondages............... 891

FRIEDHEIM (Ernst A.-H.). — A propos du potentiel d'oxydo-réduction de tissus des mammifères..... 266

FRODA (Alex.). — Résolution générale des équations algébriques.... 523

FRON (G.). — Voir *Lyon (Roger), G. Fron* et *Fournier).*

FURON (Raymond). — La position des grès paléozoïques au nord du moyen Niger (Soudan français).... 1003

G

GABIANO (P.). — Voir *Mallemann (R. de)* et *P. Gabiano.*

GAGNEPAIN (F.). — Urticacées, *in* Flore générale de l'Indochine, fasc. 9, tome 5 (imp.)............ 1052

GAGNON (Paul). — Voir *Moureu (Charles), Charles Dufraisse* et *Paul Gagnon.*

GALLARDO (Angel). — Assiste à une séance 657

GALVEZ (Eduardo Ma). — Constantes caractéristiques des générateurs électriques............. 329

— Chute de potentiel dans les générateurs électriques................ 360

GAMBIER (Bertrand). — Le prix Saintour lui est décerné.......... 1167

GARD. — Pourridié et carbonate de chaux 497

GARREAU (Mlle Y.) et M. N. MARINESCO. — Polarisation diélectrique des solutions d'ovalbumine.. 331

GAUBERT (Paul). — Le prix Petit d'Ormoy des sciences naturelles lui est décerné................ 1164

GAUCHET (L.). — Adresse un Rapport relatif à une subvention accordée en 1928 sur la Fondation Loutreuil 669

GAUDEFROY (C.). — Demi-onde et quart d'onde achromatiques par superposition de plusieurs lames cristallines 1289

GAURIER (Ludovic). — Le prix Gay lui est décerné.................. 1124

— Adresse des remercîments.......... 1190

GAUTHIER (H.). — Sur la faune aquatique du Sahara central.......... 201

— Le prix de la fondation Savigny lui est décerné..................... 1146

GAUTIER (Claude). — Une subvention Loutreuil lui est décernée..... 1172

— Adresse des remercîments.......... 1190

GAUTIER (Paul). — Un prix Gegner lui est décerné.................. 1170

GAUTIER (Raoul). — Assiste à une séance 473

GELFOND (A.). — Sur les nombres transcendants 1224

GELOSO (M.) et Mlle L.-S. LÉVY. — De l'influence de l'ammoniaque sur l'adsorption des sels de cuivre ou de nickel................... 175

GELOSO (M.) et P. DUBOIS. — Sur la réduction du permanganate par les sels manganeux.............. 296

GÉNAUD (Paul). — Les échanges d'ions entre cellules de levures et

MM. Pages
solutions de nitrate de plomb..... 591
GENEVOIS (Louis). — Le prix Philipeaux lui est décerné............ 1155
— Adresse des remercîments.......... 1190
GENTIL (Mme Louis). — Le prix Helbronner-Fould lui est décerné..... 1169
— Adresse des remercîments.......... 1190
GERARDS (Émile). — Le prix Jean-Jacques Berger est décerné à sa mémoire...................... 1166
— Sa veuve adresse des remercîments.. 1190
GERGEN. — Voir *Mandelbrojt* et *Gergen*.
GHEORGHIU (Trajan D.). — Sur l'absorption des tartrates de cuivre droit et gauche et de leur mélange.. 1260
GILLET (A.) et D. GUIRCHFELD. — Sur l'existence d'un équilibre chimique dans l'autoxydation....... 691
GINDRE (R.). — Sur un phénomène d'optique atmosphérique......... 749
GIRAUD (Georges). — Sur certains problèmes analogues au problème de la chaleur................ 352
— *Errata* relatifs à cette communication.......................... 432
GIROUD (Antoine). — Voir *Bulliard (Henri)* et *Antoine Giroud*.
GOIG (Severiano). — Compressibilité de l'oxyde de carbone à 0° au-dessus de 50 atmosphères........ 246
GOLDSTEIN (L.). — Sur le traitement relativiste du problème de plusieurs corps..................... 984
— Voir *Laporte (M.)* et *L. Goldstein*.
GÖTZ (F.-W. Paul). — Voir *Chalong (Daniel)* et *F.-W. Paul Götz*.
GRAEVE (P. de). — Voir *Fosse (R.)*, *A. Brunel* et *P. de Graeve*.
GRARD (J.). — Action des dérivés organo-magnésiens mixtes sur l'acétal propargylique........... 541
— Sur quelques réactions de l'acétal propargylique 925
GRASSÉ (P.) et Mlle O. TUZET. — Les tigosomes dans la spermatogenèse des Mollusques prosobranches et leurs rapports avec le noyau...... 341
GRAVIER (Charles). — Sur les caractères sexuels secondaires des Limules......................... 11
— Rapport sur le concours du prix Henri de Parville, ouvrages de sciences 1157
— Id. du prix Lallemand............ 1161

MM. Pages.
GRAVIER (Ch.) et J.-L. DANTAN. — Nouvelles observations sur les stolons sexués du *Syllis (Haplosyllis) spongicola* Grube (Annélide polychète).................... 137
GREBEL (A.). — Variation de la température d'allumage spontané des carburants additionnés de différentes substances............... 90
— Id. en fonction de la proportion de ces différents corps dans le mélange 856
GREDY (Mlle V.). — Voir *Bourguel (M.)* et Mlle *V. Gredy*.
GRUMBACH (A.) et S. SCHLIVITCH. — Du rôle de l'oxygène de l'air dans les piles photovoltaïques à liquides colorés................ 753
GRUVEL (Abel). — De quelques particularités océanographiques observées sur les côtes de Syrie...... 111
— Sur une carte de pêche d'une partie de la côte occidentale du Maroc... 1065
— Pose sa candidature à la place vacante dans la Section d'économie rurale, par la mort de M. *Lindet*... 1190
GRUZEWSKA (Mme Z.). — Voir *Brocq-Rousseau*, Mme *Z. Gruzewska* et M. *G. Roussel*.
GUASTALLA (Jean). — Solutions superficielles de l'acide oléique. Mesure des très basses pressions... 241
GUÉRIN (Paul). — Les Papilionacées-Lotées à acide cyanhydrique...... 115
— La teneur en acide cyanhydrique des *Lotus* 1011
GUÉRY (Mlle Suzanne). — Un prix Montyon de médecine et chirurgie lui est décerné................. 1148
GUICHARD (A.). — Sur l'ontogénie de la feuille végétative du *Carex Glauca* L...................... 368
GUILLAUME (A.). — Des pertes en alcaloïdes au cours de la dessiccation des plantes dans des conditions variées.................. 706
GUILLET (A.). — Sur l'emploi d'un détecteur à galène dans les mesures opérées par courant variable 1070
GUILLET (Léon). — Fait hommage du « Compte rendu des fêtes du Centenaire (1929) de l'École centrale des arts et manufactures »... 553
GUILLET (Léon) et Marcel BALLAY. — La corrosion des alliages d'alu-

MM. Pages.
minium dans la vapeur d'eau surchauffée 551
— La corrosion des aciers cémentés ou nitrurés 961
GUILLOT (MARCEL). — Voir *Fournier (Georges)* et *Marcel Guillot.*
GUIRCHFELD (D.). — Voir *Gillet (A.)* et *D. Guirchfeld.*
GUNTHER (M.). — Sur une application des intégrales de Stieltjes au problème de Neumann 447
GUYOT (A.) et M. FOURNIER. — Nouvelle méthode générale de préparation des amines primaires et secondaires 927

H

HAAG (J.). — Extension des conditions de Phillips concernant le spiral.... 86
— I. Extension de la méthode de Résal-Caspari pour la déformation du spiral. — II. Sur la suspension élastique des pendules; rectification de priorité 142
— Théorie générale de la synchronisation 1244
HADAMARD (JACQUES). — Rapport sur le concours du prix Francœur.. 1120
HAENNY (C.). — Voir *Marie (C.)* et *C. Haenny.*
HAMEL (A. et G.). — Sur l'hétérogamie d'une Cladophoracée, *Lola* (nov. gen.) *lubrica* (Setch. et Gardn.) 1094
HAMY (MAURICE). — Rapport sur le concours du prix Lalande 1122
HAMY (ROBERT). — Une subvention Loutreuil lui est accordée..... 1172
— Adresse des remercîments 1190
HÄRLEN (HASSO). — Sur quelques propriétés des ensembles connexes. 389
HASKELBERG (L.). — Voir *Weizmann* et *L. Haskelberg.*
HASSE (E.). — Voir *Perrier (Georges)*.. 514
HAZARD (RENÉ). — Recherches sur l'antagonisme de la base tropine (tropanol) et de la pilocarpine sur le cœur 874
HÉE (A.). — Influence des vagues de froid sur la respiration des végétaux 370
HEGH (ÉMILE). — Les Tsé-Tsés (imp.).. 1052
HEIM DE BALSAC. — Voir *Labbé (H.), Heim de Balsac* et *R. Lerat.*
HEITZ-BOYER (M.). — Voir *Champy (Ch.)* et *M. Heitz Boyer.*
HELBRONNER (PAUL). — Rend compte de la cérémonie d'inauguration du monument du Capitaine *Adrien Durand* 505
— Fait hommage du Tome IX de sa « Description géométrique détaillée des Alpes françaises » 609
HENRI (YVES) et MAURICE DE VISME. — Documents de démographie et riziculture en Indochine (imp.).... 611
HERBAIN (MAURICE). — Voir *Mascré (Marcel)* et *Maurice Herbain.*
HERBRAND (J.). — Sur le problème fondamental des Mathématiques.. 554
— *Errata* relatifs à cette communication 720
— Recherche des solutions bornées de certaines équations fonctionnelles.. 669
— *Errata* relatifs à cette communication 811
HERZOG (E.). et G. CHAUDRON. — Sur l'altération des propriétés mécaniques des tôles de duralumin après corrosion par l'eau de mer... 1087
HICKEL (R.) et A. CAMUS. — Fagacées *in* Flore générale de l'Indochine, fasc. 9, tome V (imp.) 1052
HIRSCHAUER (LOUIS) et AUGUSTIN TALON. — La formule auto-ferroviaire des transports rapides à grand rendement 902
HKEMMERER (PAUL). — Auge und Schkraft (imp.) 140
HOCART (RAYMOND) et JACQUES DE LAPPARENT. — Sur la bœhmite des bauxites 995
HOCH (J.). — Voir *Ramart-Lucas* (Mme) et M. *J. Hoch.*
HOCHREUTINER (B. P. C.). — Un nouveau genre modifiant un peu notre conception de la famille des Malvacées 1300
HOLM (ERIK A.). — Sur l'état dit *Sama-Zustand* 483
HOPITAL SAINT-LOUIS. — Une sub-

MM. Pages.

vention Loutreuil est accordée à son Musée d'histologie........... 1172

HORAK (Z.). — Sur le problème fondamental du calcul intégral absolu... 19

HOSTINSKY (B.). — Sur les probabilités des phénomènes liés en chaîne de Markoff..................... 78

HRDLICKA (JOSEF). — Une méthode pour la mesure de la clarté efficace des objectifs photographiques..... 153

HUGOUNENQ (L.) et E. COUTURE. — Sur l'activité photochimique de divers stérols et sur la nature de leur action................ 47

HUMBERT (GEORGES). — Œuvres, t. I.......................... 721

HUMBERT (PIERRE) et GASTON JULIA — Œuvres de G. Humbert, t. I (imp.)...................... 721

HUSTACHE (A.). — Curculionides de la Guadeloupe. Première partie (imp.)........................ 1052

I

IBAÑEZ DE IBERO (CARLOS). — El Túnel intercontinal de Gibraltar (imp.)........................ 722

INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE. — Une subvention Loutreuil est accordée à sa bibliothèque........................ 1173

IVANOFF (D.). — Sur les carbonates organomagnésiens mixtes vrais... 51

— Sur quelques propriétés des carbonates organomagnésiens mixtes vrais........................ 930

J

JACQUÉ (L.). — Voir *Brunschwig (R.)* et *L. Jacqué.*

JACQUET (CH.). — Voir *Mathias (E.)* et *Ch. Jacquet.*

JANET (MAURICE). — Leçons sur les systèmes d'équations aux dérivées partielles (imp.)........ 820, 1233

JANET (PAUL). — Rapport sur le concours du prix Gaston Planté...... 1128

JANVIER. — Un prix Hirn lui est décerné...................... 1171

JAYLES (PAUL). — Sur la chloruration électrolytique du benzène en milieu méthylique................ 686

JOB (ANDRÉ) et GEORGES CHAMPETIER. — Fixation de l'acétylène par le bromure de phényl-magnésium en présence de perchlorure de fer........................ 1089

JOB (P.) et LIOU OUI TAO. — Sur les sulfates acides cobaltiaquopentammoniques et diaquotétrammoniques..................... 641

JOLIOT (FRÉDÉRIC). — Sur les propriétés électrochimiques du polonium........................ 986

— Voir *Curie* (Mme *Irène*) et M. *Frédéric Joliot.*

JOLLAND (L.). — Sur la conductibilité des sels solides aux températures élevées........................ 743

JOUBIN (LOUIS). — Rapport sur le concours du prix Cuvier............. 1145

JOUIS (EDG.). — Voir *Brioux (Ch.)* et *Edg. Jouis.*

JOYET-LAVERGNE (PH.). — Une démonstation expérimentale des lois de sexualisation cytoplasmique........................ 409

JOYEUX (CHARLES). — Un prix Montyon de médecine et chirurgie lui est décerné.................... 1148

JULIA (GASTON). — Sur un développement des fonctions holomorphes... 827

— Voir *Humbert (Pierre)* et *Gaston Julia.*

JUNGEN (R.). — Remarque sur un théorème de M. Hadamard relatif à la multiplication des singularités........................ 395

K

MM. Pages.

KANTOROVITCH (Léonidas). — Sur les ensembles projectifs de la deuxième classe ... 1233
KARPEN (Vasilesco). — Peut-on démontrer la relation de Maxwell-Clausius sans recourir au principe de Carnot ? ... 359
KAWAGUCHI (Akitsugu). — Sur les différentes connexions de l'espace fonctionnel ... 436
KERÉKJÁRTÓ (B. de). — Assiste à une séance ... 813
KESSEL (Witol). — Sur la complexité des termes du spectre de résonance des vapeurs de tellure ... 94
KHOUVINE (Mme Y.), MM. E. AUBEL et L. CHEVILLARD. — Sur la transformation de l'acide pyruvique en acide lactique dans le foie ... 1102
KIRRMANN (Albert). — Voir *Fischer (Hans)* et *Albert Kirrmann.*
KLING (A.) et A. LASSIEUR. — Sur l'exposant d'hydrogène de l'eau ... 637
KŒNIGS (Gabriel). — Membre de la Commission chargée de dresser une liste de candidats à la place de membre non résidant vacante par la mort de M. *Ch. Depéret* ... 819
KOFMAN. — *Cluzet (J.)* et *Kofman.*
KOLOSSOF (G.). — *Errata* relatifs à une précédente communication (t. 189, 1929 p. 1593) ... 653
KOLTZOFF (N.-K.). — L'élément du *temps* dans l'excitabilité physico-chimique ... 1318
KOPACZEWSKI (W.). — Voir *Arciszewski (W.)* et *W. Kopaczewski.*

MM. Pages.

KOURENSKY. — Sur les intégrales des équations du mouvement d'un corps solide dans un liquide ... 477
— Sur les cas les plus généraux d'intégrabilité des équations du mouvement d'un corps solide dans un liquide ... 838
KOVANKO (A.). — Sur une classe de fonctions presque périodiques qui engendre les classes de fonctions p. p. de W. Stepanoff, H. Weyl et Bezicovitch ... 393
— *Erratum* relatif à cette communication ... 412
KRAITCHIK (Maurice). — Recherches sur la théorie des nombres, tome II, Factorisation (imp.) ... 722
KRAWTCHOUK. — Sur la résolution approchée des équations différentielles linéaires ... 439
— Sur la recherche des nombres caractéristiques et des fonctions fondamentales ... 519
— Sur une généralisation des polynomes d'Hermite ... 620
KREBS (H.). — Sur la déformation des surfaces ... 1055
KTÉNAS (Constant A.). — Sur le caractère alcalin des laves des volcans d'Antiparos (Cyclades) ... 189
— Nouvelles recherches sur les caractères pétrochimiques de la caldeira de Santorin ... 996
— Les limites de la région mixte égéenne. Essai de synthèse géologique ... 1196

L

LA BAUME PLUVINEL (Aymar de). — Présenté en seconde ligne pour la place vacante dans la Section d'astronomie par la mort de M. *Puiseux* ... 882
LABBÉ (H.), HEIM DE BALSAC et R. LERAT. — Les théostérols du cacao ... 864
LABROUSSE (F.) et J. SAREJANNI. — Changements de réaction et phénomènes d'oxydo-réduction observés au cours du développe-

MM. Pages.

ment de quelques champignons... 805
LACROIX (ALFRED). — De retour de son voyage aux Indes Néerlandaises, donne des renseignements sur le *Fourth Pacific Science Congress*, où il a représenté l'Académie. 345
— Annonce la mort de Sir *E. Ray Lankester*, Associé étranger.......... 352
— Annonce que les tomes 186 (1928, 1er semestre) et 187 (1928, 2e semestre) des *Comptes rendus* sont en distribution au Secrétariat.. 505
— Membre de la Commission chargée de dresser une liste de candidats à la place de Membre non résidant vacante par la mort de M. *Ch. Depéret*........................ 819
— Rapport sur le concours du Prix d'Ormoy sciences naturelles...... 1164
— Id. du prix Jean-Jacques Berger..... 1166
— Id. du prix Thorlet............... 1168
— Id. de la fondation Lannelongue..... 1168
— Id. du prix Hélène Helbronner-Fould. 1169
— Id. de la fondation Trémont........ 1170
— Id. de la fondation Gegner.......... 1170
— Id. de la fondation Loutreuil........ 1171
— Id. de la fondation Noury.......... 1175
LAFAY (A.). — Demande l'ouverture d'un pli cacheté contenant une Contribution à l'étude de l'effet Chilowski et une Note complémentaire......................... 820
LAFFITTE (P.). — Voir *Prettre (M.)* et *P. Laffitte*.
LAGRULA (JOANNY PH.). — Sur le relevé rapide de la position photographique précise d'un astre errant ou non catalogué, par la méthode Schlesinger 88
— Présenté en deuxième ligne pour la place de directeur vacante à l'*Observatoire d'Alger*............. 1223
LAMBERT (J.). — Sur des Echinides éocènes de Madagascar.......... 192
LAMBERT (P.) et J. LECOMTE. — Spectromètre enregistreur pour l'infrarouge................... 155
LAMBREY (MAURICE). — Sur le spectre d'absorption de l'oxyde azotique 574
LAMEERE (AUGUSTE). — Assiste à une séance 1189
LANNES DE MONTEBELLO (Mme G.). — Fait hommage de lettres de *André Marie Ampère*................. 15
LAPORTE (M.) et LA. GOLDSTEIN. — Sur l'activation dans les gaz rares 689
LAPPARENT (JACQUES DE). — Voir *Hocart (Raymond)* et *Jacques de Lapparent*.
LAPPO-DANILEVSKI (J.-A.). — La généralisation de la formule de Jacobi, concernant le déterminant, formé des solutions d'un système d'équations différentielles linéaires. 557
— Les expressions explicites des invariants d'un groupe de monodromie d'un système d'équations différentielles linéaires à coefficients rationnels arbitraires............ 674
— Fonctions analytiques d'une seule substitution variable............ 1235
LAPRESLE (A.). — Nouveau principe d'établissement des grandes souffleries aérodynamiques....... 632
LAREMBERGUE (MARC DE). — Étude cytologique de l'autofécondation chez *Limnæa auricularia* L....... 1027
LASSIEUR (A.). — Voir *Kling (A.)* et *A. Lassieur*.
LAUBEUF (MAX.). — Fait hommage d'une étude intitulée « Le Sauvetage des Sous-Marins »......... 433
LAUNAY (LOUIS DE). — Rapport sur le concours du prix Victor Raulin.. 1140
LAVAUDEN (L.). — Sur un nouveau Carnivore malgache du genre *Eupleres* 197
— Sur le Chat sauvage de la Corse...... 1023
LAZAREV et PONOMAREV. — Traduction en russe de : La silice et les silicates de *H. Le Chatelier*..... 722
LEBEAU (PAUL). — Présenté en troisième ligne pour la place vacante dans la Section de chimie par la mort de M. *Moureu*............. 1041
LE BEL (J.-A.). — Sur les étincelles qui jaillissent des stalactites frappées violemment avec un outil d'acier.. 890
LEBEUF (AUGUSTE). — M. *E. Picard* annonce sa mort et rappelle ses principaux travaux............. 121
— La *Société Astronomique de Russie* adresse des condoléances à l'occasion de sa mort................ 476
LECAT (MAURICE). — La prévision de l'azéotropisme binaire........... 990

MM. Pages.

LE CHATELIER (François). — Voir *Portevin* (*Albert*) et *François Le Chatelier*.

LE CHATELIER (Henry). — Membre du Conseil de perfectionnement de l'*École polytechnique* ... 16, 554
— La silice et les silicates traduit en russe par MM. *Lazarev* et *Ponomarev* (imp.) ... 722
— Rapport sur le concours du Grand prix des sciences physiques ... 1159
— Id. de la fondation Le Chatelier ... 1177

LECOMTE (Henri). — Rapport sur le concours du prix de Coincy ... 1144
— Fait hommage du fascicule 9, tome V, de la « Flore générale de l'Indochine » ... 1052

LECOMTE (J.). — Voir *Lambert* (*P.*) et *J. Lecomte*.

LECORNU (Léon). — Rapport sur le concours du prix Poncelet ... 1121

LECUIR (René) — Voir *Pascal* (*Paul*) et *René Lecuir*.

LEDOUX. — Sur un mode de représentation analytique de l'écoulement par les déversoirs ... 275

LÉGER (L.) et O. DUBOSCQ. — L'évolution des *Paramœbidium*, nouveau genre d'Eccrinides, parasite des larves aquatiques d'Insectes ... 75

LÉGER (Marcel). — Un prix Bréant lui est décerné ... 1151

LEGRIS (R.). — Voir *Bruhat* (G.) et *R. Legris*.

LEMAIRE. — Hypocycloïdes et épicycloïdes (imp.) ... 721

LEMAIRE (André). — Voir *Lœper*, *André Lemaire* et *Jean Patel*.

LEMARCHANDS (J.). — Recherches sur les transformations et plus spécialement sur la saponification des réserves grasses dans les graines au cours de la germination ... 375
— Sur les proportions, la localisation des hydrates de carbone dans la graine d'*Helianthus annuus* et leurs variations au cours de la germination ... 1323

LEPAPE (A.) et G. COLANGE. — Relation entre les titres en ozone de l'air du sol et de l'air de la haute atmosphère ... 53

MM. Pages.

LÉPINE (P.). — Voir *Levaditi* (*C.*) et *P. Lépine*.

LERAT (R.). — Voir *Labbé* (*H.*), *Heim de Balsac* et *R. Lerat*.

LEREBOULLET (Pierre). — Un prix Bréant lui est décerné ... 1151

LE ROND (Louis). — Demande l'ouverture d'un pli cacheté qui, ouvert en séance, contient un Mémoire sur « les éléments de la nature » ... 894

LE ROUX (J.). — Les bases théoriques de la loi de gravitation ... 525

LEROUX (Pierre). — Étude de l'absorption d'un cristal de dialogite ... 162

LEROUX-ROBERT (Robert). — Le prix Argut lui est décerné ... 1154

LESAGE (Pierre). — Suite des recherches sur le caractère précocité et son hérédité dans le *Lepidium sativum* ... 773
— Le prix Lonchampt lui est décerné ... 1167
— Adresse des remercîments ... 1190, 1223

LESNE (Pierre). — Sur la distribution des Glossines dans la région du Zambèze de Chemba (Afrique orientale portugaise) ... 1313

LESPIEAU (Robert). — Présenté en troisième ligne pour la place vacante dans la Section de chimie par la mort de M. *Moureu* ... 1041

LE THOMAS (Auguste). — Influence de la structure de la fonte sur les altérations subies aux températures élevées ... 639

LEVADITI (C.) et P. LEPINE. — Mécanisme de l'état réfractaire naturel des simiens inférieurs à l'égard du virus herpéto-encéphalitique ... 66

LEVADITI (C.) et F. R. SELBIE. — Mode de transmission de l'érythème polymorphe aigu épidémique ... 1332

LEVAILLANT (R.). — Passage des éthers sulfureux aux éthers chlorosulfoniques et aux éthers sulfuriques neutres ... 465

LEVASSEUR (Albert). — Formules simples permettant, dans tous les cas, le calcul rapide des résistances ohmiques en courant alternatif ... 529

LE VIET (K.). — Voir *Meunier* (*L.*) et *K. Le Viet*.

MM. Pages.

LÉVY (André). — Voir *Darzens* (*Georges*) et *André Lévy*.

LÉVY (J.). — Voir *Dupont* (*G.*) et *J. Lévy*.

LÉVY (Mlle L.-S.). — Du rôle probable des complexes ammoniés dans l'adsorption des sels de cuivre et de nickel par l'hydroxyde ferrique 426

— Voir *Geloso* (*M.*) et Mlle *L.-S. Lévy*.

LIENARD (Alfred). — Le prix Poncelet lui est décerné 1121

— Adresse des remercîments 1190

LINDET (Léon). — Son remplacement dans la Section d'économie rurale 477, 794, 1190

LIOU OUI TAO. — Voir *Job* (*P.*) et *Liou Oui Tao*.

LOEPER, André LEMAIRE et Jean PATEL. — Sur une méthode d'inscription graphique de la pression du liquide céphalo-rachidien 871

LOISELEUR (J.). — Sur la polarisation des membranes sous l'effet des lames métalliques 170

— Sur l'effet balistique exercé par les lames métalliques polies 245

LOKCHINE (A.). — Sur la stabilité d'une plaque renfermée entre deux cercles concentriques 316

— Sur la flexion d'une poutre anisotrope 840

— *Errata* relatifs à cette communication 1334

LOTH (William). — Guidage magnétique des aéronefs et aérodromes de sécurité 572

— Au sujet du guidage des navires ou aéronefs par ondes dirigées 682

LUCAS (R.) et Mlle D. BIQUARD. — Influence de la température et des solvants sur les pouvoirs rotatoires des corps actifs 1077

LUGEON (Jean). — La genèse des orages de chaleur et leur prévision à l'aide des atmosphériques 363

LUSIN (N.). — Sur le problème des fonctions implicites 80

— Sur la représentation paramétrique semi-régulière des ensembles 229

— Sur les fonctions implicites à une infinité dénombrable de valeurs ... 313

— Sur un principe général de la théorie des ensembles analytiques 390

— Sur les points d'unicité d'un ensemble mesurable B 422

LUSIN (N.) et W. SIERPINSKI. — Sur les classes des constituantes d'un complémentaire analytique .. 794

LUSTERNIK (L.) et L. SCHNIRELMANN. — Sur le problème de trois géodésiques fermées sur les surfaces de genre o 269

LUTZ (L.). — Sur les ferments solubles sécrétés par les Champignons hyménomycètes. Les constituants phénoliques des essences et la fonction antioxygène 62

— Sur les ferments solubles sécrétés par les Champignons hyménomycètes. Comparaison du pouvoir antioxygène du tanin et des constituants phénoliques des essences. 134

LYON (Roger), G. FRON et FOURNIER. — Influence du vieillissement artificiel sur les propriétés mécaniques des bois 992

LYOT (Bernard). — Polarisation de la planète Mercure 425

M

MAGNAN (A.) et SAINTE-LAGUE. — Nouvelles expériences sur la résistance à l'avancement des Poissons dans l'eau 798

MAGROU (J.), Mme M. MAGROU et M. P. REISS. — Action à distance de divers facteurs sur le développement de l'œuf d'Oursin 779

MAGROU (Mme M.). — Voir *Magrou* (*J.*), *Mme M. Magrou* et M. *P. Reiss*.

MAIGNON (François). — Une subvention Loutreuil lui est accordée 1171

MAIKOWSKY (V.). — Voir *Friedel* (*G.*) et *V. Maikowsky*.

MALENÇON (Georges). — Les préliminaires de la germination des spores dans le genre *Elaphomyces*.. 1008

MM. Pages.
MALLARD. — Voir *Pauthenier* et *Mallard*.
MALLEMANN (René de). — Sur le calcul des fréquences atomiques dans les solides 736
— Les arrérages de la fondation Clément Félix lui sont attribués..... 1130
— Adresse des remercîments 1190
MALLEMANN (R. de) et P. GABIANO. — Mesure du pouvoir rotatoire magnétique des gaz et des vapeurs. 281
MANDELBROJT et GERGEN. — Sur les fonctions définies par une série de Dirichlet 1057
MANGIN (Louis). — Annonce que la prochaine séance publique annuelle aura lieu le 16 décembre.... 5
— Annonce un déplacement de séance à l'occasion de la Fête Nationale. 69
— Annonce la mort de M. *William Henry Perkin*, Correspondant pour la Section de chimie et rappelle ses principaux travaux 597
— Souhaite la bienvenue à M. *Angel Gallardo* 657
— Annonce un déplacement de séance à l'occasion de la fête de l'Armistice. 721
— Souhaite la bienvenue à M. *Albert Einstein* 789
— Id. à M. *B. de Kerékjártó* 813
— Notice nécrologique sur *Sir Ray Lankester*, Associé étranger...... 885
— Souhaite la bienvenue à M. *T. Bonnesen* 885
— Id. à M. *Kraïtchik* 1045
— Allocution en la séance publique annuelle 1109
— Rapport sur le concours du prix Desmazières 1141
— Id. du prix Philipeaux 1155
— Souhaite la bienvenue à M. *Auguste Lameere* 118
— A la suite d'une information erronée, annonce la mort de M. *Michelson*, associé étranger et rappelle ses principaux travaux 1209
MARAGE. — Causes et conséquences de la surdité de Beethoven 1036
MARCELIN (André). — Les vernis superficiels sur l'eau et les dimensions moléculaires 236
MARCHAL (Mlle Germaine). — Une médaille Berthelot lui est décernée. 1159
— Une subvention Loutreuil lui est accordée 1175
— Adresse des remercîments 1189
MARCHAUD (A.). — Sur les continus d'ordre borné 16
MARCHLEWSKI (L.). — Recherches sur la phylloérythrine 1032
MARIE (C.) et C. HAENNY. — Étude de la pile gaz ammoniac-oxygène .. 149
MARINESCO (Néda). — Polarisation diélectrique et structure des colloïdes hydrophiles 1274
— Voir *Garreau* (Mlle *Y.*) et M. *N. Marinesco*.
MARKOFF (A.). — Sur les mouvements presque périodiques 732
MAROTEL (Gabriel). — Une subvention Loutreuil lui est accordée..... 1171
MARTEL (E.-A.). — La France ignorée. Des Ardennes aux Pyrénées (imp.). 1224
MARTI (P.). — Sur la région volcanique sous-marine des îles Catwick..... 457
MARTIN (Louis-Jules). — Demande l'ouverture de deux plis cachetés contenant deux notes intitulées « Signalisation en général » et « Grand tunnel sous Paris » 964
MASCART (Jean). — Fait hommage à la Bibliothèque de l'Institut d'une collection de papiers de l'astronome *Jean Chacornac* 226
MASCRÉ (Marcel) et Maurice HERBAIN. — Influence du formol sur la précipitation des matières azotées des sérums par l'acide trichloracétique 876
MATHIAS (Emile). — Contribution à l'étude de la matière fulminante. La tension superficielle. Partage d'un globe en plusieurs autres sous l'influence d'un choc ou d'un rebondissement 512
— Id. Abaissement de sa tension superficielle par des impuretés 607
— Fait hommage d'un mémoire intitulé « La matière fulminante (suite). Modes de décomposition, formes ascendantes, pression électrostatique » 609
— Fait hommage en son nom et en celui de M. *Ch. Maurain*, du Mémoire justificatif du « Nouveau réseau magnétique de la France au 1er janvier 1924 » 667
— Contribution à l'étude de la matière

MM. Pages.

fulminante. Les formes serpentines 813
— Id. Les globes excavateurs........ 1049
— Fait hommage d'une brochure intitulée « La Matière fulminante : (suite), élasticité, tension superficielle »........ 1189
MATHIAS (E.) et CH. JACQUET. — Variations du champ électrique terrestre à la Station du Sommet du puy de Dôme........ 14
MATHIEU. — Étude aux rayons X de quelques halogéno-sels préparés par Mme Demassieux........ 536
MATIGNON (CAMILLE). — Fait hommage d'un volume intitulé « La grande œuvre de la Chimie » dont MM. *Béhal*, *Pascal* et lui-même ont signé divers articles........ 475
— Id. d'une brochure intitulée « Le Charbon, matière première de l'Industrie chimique »........ 721
— Rapport sur le concours du prix Montyon des arts insalubres.... 1130
— Id. du prix Houzeau........ 1136
— Id. de la fondation Victor Noury.... 1175
MAURAIN (CH.). — Voir *Mathias (E.)*.. 667
— Pose sa candidature à la place vacante dans la Section d'astronomie par la mort de M. *H. Andoyer*..... 722
MAYER (ANDRÉ) et GEORGES NICHITA. — L'eau émise par vaporisation et ses rapports avec les échanges respiratoires chez les homéothermes. Le rapport $\frac{H^2O}{O^2}$. 869
MAYER (CHARLES). — Voir *Binet (Léon)* et *Charles Mayer*.
MAYER (Mlle NELICIA). — Sur le potentiel des solutions de glucides... 319
MAZET (R.). — Sur une forme empirique donnant la répartition du débit à la surface d'un orifice circulaire........ 452
MELCION (MAURICE). — Sur une forme de la décharge à la pression atmosphérique........ 112
MÉMERY (HENRI). — L'été de 1929 et les variations solaires........ 469
MENDOUSSE. — Mesure des longueurs d'ondes effectives des écrans utilisés en pyrométrie........ 30
MERCANTON (P.-L.). — La vraie altitude du Beerenberg de Jan Mayen. 1063

MM. Pages.

— Observations faites à bord du « Pourquoi-Pas ? » au pycnosondeur de La Cour et Schou (été 1929)........ 1291
MERCIER (FERNAND). — Voir *Régnier (Jean)* et *Fernand Mercier*.
MERCIER (FERNAND) et JEAN RÉGNIER. — Cocaïne gauche et pseudococaïne droite : toxicité comparée et destruction différente par l'organisme animal........ 872
MERCIER (JEAN). — Observations sur les *Psammechinus miliaris* Klein (Échinides) de la baie de Seine.... 1100
MERCIER (L.). — La chétotaxie de l'aile de *Limosina pusilla* Meig. du point de vue des caractères sexuels secondaires........ 587
MESNAGER (AUGUSTIN). — Fait hommage du fascicule X du « Mémorial des sciences physiques »..... 819
— Rapport sur la fondation Henry Bazin........ 1121
MESNIL (FÉLIX). — Membre de la Commission chargée de dresser une liste de candidats à la place de Membre non résidant vacante par la mort de M. *Ch. Depéret*........ 819
— Délégué au deuxième *Congrès international du Paludisme* qui aura lieu à Alger en 1930........ 819
— Rapport sur le concours du prix Bréant........ 1151
MEUNIER (L.) et K. LE VIET. — Sur les propriétés hydrophiles du collagène........ 911
MICHEL. — Sur le calcul d'un galvanomètre........ 1257
MICHEL (LOUIS). — L'exposition internationale de Liége 1930 (imp).... 611
MICHEL-DURAND (E.). — Influence du traitement à l'alcool sur l'extraction du tanin des végétaux.... 1306
MICHEL-LÉVY (A.) et H. MURAOUR. — Sur l'examen microscopique des poudres colloïdales en lumière polarisée........ 1192
MICHELSON (ALBERT). — A la suite d'une information heureusement reconnue fausse plus tard, M. le Président rappelle ses principaux travaux........ 1209
MIGNONAC (GEORGES) et RENÉ VANIER DE SAINT-AUNAY. — Sur la polymérisation de l'éthylène par

MM. Pages.

l'effluve. Synthèse du butène et de l'hexène 106

MILLOT (J.). — Sur la glande céphalothoracique d'une Araignée (*Scytodes thoracica* Latr.) 119

MILLOUX (H.). — Sur quelques propriétés des fonctions méromorphes et holomorphes................ 896

MILON (Y.). — Présence de la glauconie dans les sables pliocènes de Bretagne 1004

MINEO (Corradino). — Sur l'orientation de l'ellipse équatoriale terrestre......................... 481

MINEUR (Henri). — Sur le mouvement képlérien troublé par un champ de gravitation extérieur............ 1061

MINISTRE DE LA GUERRE. — Informe l'Académie qu'il a nommé MM. *H. Le Chatelier* et *H. Deslandres*, membres du Conseil de perfectionnement de l'École polytechnique pour l'année scolaire 1929-1930......................... 554

MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE ET DES BEAUX-ARTS. — Invite l'Académie à lui présenter des listes de deux candidats aux postes de Directeur de l'*Observatoire d'Alger* et de l'*Observatoire de Besançon* 78

— Invite l'Académie à désigner un membre de la troisième section de la *Caisse des recherches scientifiques* en remplacement de M. *Ch. Moureu* 407

— Invite l'Académie à désigner un de ses membres qui occupera dans le *Conseil national de l'Office national des recherches scientifiques* la place vacante par la mort de M. *Ch. Moureu*................ 611

— Adresse ampliation du décret approuvant l'élection de M. *Ernest Esclangon* en remplacement de M. *P. Puiseux*....................... 1045

— Id. de M. *Charles Nicolle* en remplacement de M. *Ch. Depéret*........ 1189

MOCH (Paul). — Un prix Rivot lui est décerné 1170

MOISIL (Gr. C.). — Sur la théorie des groupes infinis................. 834

MOLLIARD (Marin). — Caractères physiologiques présentés par le *Sterigmatocystis nigra* en inanition de zinc et de fer................. 417

— Deux exemples nouveaux de caractères morphologiques dépendant des conditions extérieures........ 549

— Rapport sur le concours du prix Thore 1144

MONCEAUX (René). — Le prix Mège lui est décerné.................. 1153

MONDAIN-MONVAL (P.). — Voir *Dumanois* et. *Mondain-Monval*.

MONDAIN-MONVAL (P.) et Bernard QUANQUIN. — Température d'inflammation spontanée des mélanges gazeux d'air et d'hydrocarbures saturés. Influence de la pression et du chauffage préalable..... 917

— Inflammation spontanée des mélanges d'air et d'hydrocarbures. Influence de la concentration..... 1194

MONTEIL (Casimir). — Présenté en première ligne pour la Chaire de Machines vacante au *Conservatoire national des arts et métiers*... 77

MONTEL (Paul). — Le prix Petit d'Ormoy des sciences mathématiques lui est décerné........... 1164

— Adresse des remercîments.......... 1190

MORGAN (Jacques de). — Notice nécrologique par M. *Douvillé* (imp.) 963

MORLET (Ernest). — Sur les cupro-aluminium au manganèse, à l'étain et au cobalt.................... 102

MOUREU (Charles). — L'Académie Malgache adresse des condoléances à l'occasion de sa mort........... 122

— Son remplacement dans la Section de chimie..........476, 722, 794, 1041

— Son remplacement dans la *Fondation Edmond de Rothschild* 515, 721

— Son remplacement dans le Conseil national de l'*Office national des Recherches scientifiques* 611

— Son remplacement dans la troisième section de la *Caisse des recherches scientifiques* 407, 668

MOUREU (Charles), Charles DUFRAISSE et Paul GAGNON. — Recherches dans la série des phénylindènes. Extension de la réaction de Wolff à la préparation directe d'un hydrocarbure hydrindénique à partir de la cétone correspondante 217

MM. Pages.
MOUREU (Henri). — Une partie des arrérages de la fondation Cahours lui est attribuée................ 1135
— Adresse des remercîments.........: 1190
MOUSSU (Gustave). — Pose sa candidature à la place vacante dans la Section d'économie rurale par la mort de M. *L. Lindet*......... 794
MURAOUR (H.). — Voir *Michel-Lévy (A.)* et *H. Muraour*.

N

NETTER (Roger). — Voir *Dufraisse (Charles)* et *Roger Netter*.
NICHITA (Georges). — Voir *Mayer (André)* et *Georges Nichita*.
NICLOUX (Maurice). — Microdosage du carbone et dosage de cet élément dans la terre végétale....... 768
NICOD (J.). — Voir *Vlès (F.) A. de Coulon* et *J. Nicod*.
NICOL (Hugh). — La teneur en eau des huiles essentielles et de la térébenthine...................... 289
NICOLADZÉ (G.). — Sur les points caractéristiques d'une courbe appartenant à un système continu...... 820
NICOLAS (G.) et Mlle AGGÉRY. — Un nouvel exemple d'infection bactérienne généralisée chez les végétaux............................ 946
NICOLESCO (C.-P.). — Découverte du Cénomanien dans la vallée de Ganzeville (Seine-Inférieure)..... 770
NICOLLE (Charles). — Est présenté en première ligne pour la place vacante parmi les membres non résidants par la mort de M. *Charles Depéret*......................... 952
— Est élu............................ 963
— Adresse des remercîments à l'Académie........................... 1052
— Son élection est approuvée......... 1189
NICOLLE (Charles) et Charles ANDERSON. — Les Spirochètes récurrents marocains du groupe *hispanicum* ne sont pas séparables en espèces..................... 817
NICOLLE (Charles), Charles ANDERSON et Jacques COLAS-BELCOUR. — Sur les rapports du Spirochète récurrent marocain *Sp. hispanicum* var. *marocanum* avec le porc-épic.................... 224
— Rôle d'*Ornithodorus erraticus* dans la transmission naturelle de deux Spirochètes récurrents. Danger de la propagation de la fièvre récurrente hispano-marocaine à l'Algérie et à la Tunisie.............. 1220
NOAILLON (Paul). — Le prix Francœur lui est décerné............. 1120
NORDMANN (Charles). — Présenté en seconde ligne pour la place vacante dans la Section d'astronomie par la mort de M. *Puiseux*........ 882
— Obtient des suffrages.............. 893
NY TSI ZÉ. — Voir *Chalonge (D.)* et *Ny Tsi Zé*.

O

OBATON (F.). — Existe-t-il un rapport entre la nature des glucides du *Sterigmatocystis nigra* et celle des sucres qui lui sont fournis ?....... 711
OBERLIN (Serge). — Une subvention Charles Bouchard lui est attribuée. 1176
— Adresse des remercîments.......... 1190
OBSERVATOIRE DE KSARA. — Une subvention Loutreuil lui est accordée 1172
OBSERVATOIRE DE POZNAN. — Adresse des compliments de condoléances à l'occasion de la mort de M. *H. Andoyer*............... 16
OCAGNE (Maurice d'). — Fait hommage d'un ouvrage du Commandant *F. Ollivier*, « La Topographie sans topographes », dont il a écrit la préface...................... 553
— Id. de M. *Lemaire*, « Hypocycloïdes et Épicycloïdes », dont il a écrit la préface...................... 721

MM. Pages.
— Rapport sur le concours du prix Montyon de statistique 1156
OLIVIER (MAURICE). — Le prix Montyon de statistique lui est décerné.. 1156
— Adresse des remercîments 1190
OLLIVIER (F.). — La topographie sans topographes (imp.) 553
OLMER (DAVID et JEAN). — Un prix Montyon de médecine et chirurgie leur est décerné 1148
ORE (OYSTEIN). — Sur les fonctions hypergéométriques de plusieurs variables 1238
OREKHOFF (A.). — Sur les alcaloïdes de l'*Anabasis aphylla* 945
ORY (HERBERT). — Sur l'extraction des racines de tableaux carrés 894

P

PACIFIC SCIENCE CONGRESS. — Publications faites à l'occasion du quatrième Congrès 515
PAILLOT (A.). — Sur l'origine infectieuse des microorganismes des Aphides 210
— La gattine et la flacherie vraie ou flacherie de Pasteur; maladies infectieuses mixtes à ultra-microbe et Bactéries 308
PAINLEVÉ (JEAN), PAUL WINTREBERT et YUNG-KO-CHING. — Le développement de l'Épinoche (*Gasterosteus aculeatus* L.) analysé par la chronophotographie. Contractions protoplasmiques et circulation embryonnaire 208
PAINLEVÉ (PAUL). — Préface du tome I des Œuvres de *G. Humbert*. 19
PALFRAY (L.) et B. ROTHSTEIN. — Sur quelques éthers-sels des cyclohexanedrols 1.4 et 1.3 (quinite et résorcite) 188
— Sur les dérivés halogénés du cyclohexanediol-1.4 (quinite) 701
PALLARY (PAUL). — Une subvention Loutreuil lui est accordée 1173
PANU (A.). — Voir *Verrier* (M[lle] *M.-L.*) et *M. A. Panu*.
PARENT (H.). — Observations sur l'âge et le sens des mouvements orogéniques corses 109
PASCAL (PAUL). — Voir *Matignon* (*Camille*) 475
PASCAL (PAUL) et RENÉ LECUIR. — Complexes dérivés de l'acide triazine-tricarboxylique 49
PASTAC (I.). — Voir *Truffaut* (*Georges*) et *I. Pastac*.
PATEL (JEAN). — Voir *Lœper, André Lemaire* et *Jean Patel* 871
PAUTHENIER (MARCEL). — Le prix Henri de Parville de physique lui est décerné 1129
— Adresse des remercîments 1190
PAUTHENIER et MALLARD. — Contribution à l'étude du champ cylindrique dans l'air ionisé à la pression ordinaire 635
— Contribution à l'étude du champ cylindrique dans l'air ionisé à la pression ordinaire. Contrôle expérimental 843
PEIRIER. — Les *Caloncoba* à huile antilépreuse du Cameroun 471
— *Errata* relatifs à cette communication 547
PÉLABON (H.). — Action de la vapeur d'iode sur la vapeur de phosphore. Produit de volatilité 1085
PELLEGRIN (JACQUES). — Sur un Poisson cavernicole africain microphthalme 204
PELTIER (J.). — La localisation des pailles dans les arbres de machines. 845
PÉNAU (H.) et G. TANRET. — Sur le pouvoir mercuro réducteur de l'urine normale 713
PÉNTCHEFF (N.-P.). — Sur la détermination quantitative du néon dans les gaz naturels 322
— *Errata* relatifs à cette communication 412
PÉRARD (CH.). — Le congre caoutchouc 1024
PÉRÉBASKINE (V.). — Observations géologiques dans la boucle du Niger 491
PEREIRA FORJAZ (A.). — Contribution à l'étude des procédés Müntz sur la nitrification 585
— Spectrochimie des eaux minérales

MM. Pages.
portugaises. L'eau de Cambres.... 703
PÉRÈS (JOSEPH). — A propos du problème fondamental de la théorie des tourbillons 680
— Quelques résultats touchant la stabilité ou la régularité du mouvement d'un liquide visqueux....... 898
— Sur une formule pour le calcul de la résistance d'un solide dans un fluide parfait incompressible..... 1246
PERKIN (WILLIAM HENRY).— M. *Mangin* annonce sa mort et rappelle ses principaux travaux........... 597
PERNOT (Mlle M.). — Sur le système iodure mercurique, iodure de potassium et acétone............. 326
PERRET (ROBERT). — Carte géologique de la Vallée de Sales et du Cirque des Fonts avec une notice explicative (imp.).................. 1224
PERREU (J.). — Sur la détermination de la chaleur de dissolution limite de quelques sels hydratés (méthode directe) 167
— Sur la mesure de la chaleur de dissolution limite des sels hydratés (méthode des chaleurs de dilution)... 285
— Sur la détermination des chaleurs de dilution des sels hydratés (deuxième méthode)............... 462
PERRIER (GEORGES). — Rapport sur le concours de la fondation Tchihatchef. 1125
— L'ellipsoïde de référence international. Ses tables................ 506
— Fait hommage des « Tables de l'Ellipsoïde de référence international », rédigées sous sa direction par M. *E. Hasse*........................ 514
PERRIN (JEAN). — Fait hommage des Rapports et Discussions de la Réunion internationale de Chimie physique de Paris (8-12 octobre 1928)......................... 269
— Est désigné pour faire partie du Conseil national de l'*Office national des recherches scientifiques et industrielles et des inventions*.......... 820
PERRIN (JEAN) et Mlle CHOUCROUN. — Fluorescence sensibilisée en milieu liquide (transfert d'activation par induction moléculaire)... 1213
PERUCCA (ELIGIO).— Résistance métallique de 10^{10} à 10^{11} ohms. Nouvelle mise au point de la méthode de Bronson..................... 527
PETROVSKY (J.). — Sur les fonctions primitives par rapport à une fonction continue arbitraire......... 1242
PFEIFFER (G.). — Sur les intégrales des équations et des systèmes d'équations aux dérivées partielles du premier ordre d'une fonction inconnue, qui possèdent les intégrales de S. Lie................. 1228
PIAZZOLLA BELOCH (Mme M.). — Sur le nombre des branches impaires des courbes appartenant à une surface du troisième ordre.. 1226
PICARD (ÉMILE). — Fait part de la mort de M. *Auguste Lebeuf*, correspondant pour la Section d'astronomie. 121
— Est désigné pour faire partie de la troisième section de la *Caisse des recherches scientifiques* en remplacement de M. *Ch. Moureu* décédé. 668
— Membre de la Commission qui dressera une liste de candidats à la place de membre non résidant, vacante par la mort de M. *Ch. Depéret* 819
— Délégué à la célébration du Centenaire de la « Revue des Deux-Mondes », à la Sorbonne, le 15 décembre 1052
— Rapport sur la fondation Clément Félix......................... 1130
— Id. du prix Binoux d'histoire et philosophie des sciences............ 1157
— Id. de la médaille Henri Poincaré.. 1159
— Id. du prix Bordin............... 1161
— Id. du prix Petit d'Ormoy......... 1164
— Id. du prix Saintour............. 1167
— Id. du prix Gustave Roux........ 1168
— Lit une notice intitulée : Un coup d'œil sur l'histoire des Sciences et des théories physiques........... 1178
— Fait hommage de ses « Leçons sur quelques problèmes aux limites de la théorie des équations différentielles »..................... 1210
— Présente le « Bulletin bibliographique des publications périodiques reçues par l'Académie pendant l'année 1928 »............. 1210
PICARD (MARCEL). — Méthode pour la détermination de l'ohm en valeur absolue....................... 125
PICON. — Action des hautes tempéra-

MM. Pages.

tures sur quelques sulfures métalliques ... 96

PIDOUX (JUSTIN). — Voir *Rey (A.-Augustin), Justin Pidoux* et *Charles Barde*.

PIERON (HENRI). — Lois d'établissement du chroma des impressions lumineuses ... 194

PIERRET (E.). — Sur un nouveau mode de réception des ondes ultra-courtes (10 à 18^{cm}) ... 741

PIETTRE (MAURICE). — Influence des sels neutres sur la séparation des protéines par la méthode à l'acétone ... 1034

PINEY (M.). — Voir *Combes (R.)* et *M. Piney*.

PIVETEAU (JEAN). — Sur un type nouveau de Poisson fossile provenant du nord de Madagascar ... 1017

PLATRIER (CHARLES). — Solides par rapport auxquels un système matériel n'est soumis qu'à des forces intérieures ... 23

PODTIAGUINE. — La régularité des fonctions à croissance très rapide et très lente ... 628

POIROT (A.). — Sur l'émission des rayons anodiques de sodium et de chrome ... 150

POIVILLIERS (G.). — Sur une mise en place des clichés dans les appareils de restitution ... 146

POLICARD (A.), S. DOUBROW et M. BOUCHARLAT. — Sur le mécanisme de la silicose pulmonaire. Influence sur les cellules cultivées *in vitro* des poussières siliceuses provenant du travail au rocher dans les mines de houille ... 593

POLLACHI (PAUL). — Un prix Tchihatchef lui est décerné ... 1124

— Adresse des remercîments ... 1190

PONOMAREV. — Voir *Lazarev* et *Ponomarev*.

PONTIER (G.) et R. ANTHONY. — Sur la présence de quatre incisives supérieures chez le *Mastodon (Tetrabelodon) turicensis* Schinz ... 1006

POPOVICI (Mlle L.). — Voir *Bougault (J.)* et Mlle *L. Popovici*.

PORTEVIN (ALBERT) et PIERRE CHÉVENARD. — Influence de la finesse de structure lors du recuit des fontes grises ... 759

PORTEVIN (ALBERT) et FRANÇOIS LE CHATELIER. — Les essais à chaud des métaux et alliages par compression et par filage ... 248

POSEJPAL (V.). — Fluorescence et absorption infrarouge ... 159

POTIER DE LA VARDE (ROBERT). — Un prix Montagne lui est décerné ... 1142

PRETTRE (M.) et P. LAFFITTE. — Sur l'oxydation de l'oxyde de carbone ... 177

PREVOST (M.). — Voir *Balteau (J.), A. Rastoul* et *M. Prevost*.

PRÉVOT (E.). — Erratum relatif à une précédente communication (t. 188, 1929, p. 1486) ... 215

PROT (MARCEL). — Sur le calcul des traverses en béton armé ... 570

PUISEUX (PIERRE). — Son remplacement dans la Section d'astronomie, ... 476, 793, 882, 893, 1045

PY (Mlle GERMAINE). — Recherches cytologiques sur l'assise nourricière des grains de pollen d'*Helleborus fœtidus, Euphorbia Sauliana* et *E. Peplus* ... 1298

Q

QUANQUIN (BERNARD). — Voir *Mondain-Monval (P.)* et *Bernard Quanquin*.

QUÉLET (RAYMOND). — Une partie des arrérages de la fondation Cahours lui est attribuée ... 1137

— Adresse des remercîments ... 1190

QUENEY (PAUL). — Spectres du phosphore et de l'arsenic dans l'ultraviolet extrême. Multiplets de As IV et As V ... 158

QUINTIN (Mlle MARGUERITE). — Influence du milieu sur l'effet protovoltaïque de l'iodure de cuivre ... 1268

R

MM. Pages.

RABATÉ (J.). — Voir *Bridel (M.)* et *J. Rabaté.*

RACLIS (Rodolphe). — Une formule sommatoire 433

RADOÏTCHITCH (Miloch). — Sur les fonctions inverses des fonctions méromorphes 1240

RAGUIN (E.). — Subdivisions de la nappe des Schistes lustrés en Haute-Maurienne 934

— Le faisceau vermiculaire de Zermatt a-t-il son homologue dans la structure géologique de la Haute-Maurienne ?........................ 859

RAMART-LUCAS (Mme). — Stabilité comparée des isomères selon leurs spectres d'absorption. Relation entre l'absorption dans l'ultraviolet et la structure des dérivés diarylés de l'éthylène et de l'éthane.. 802

RAMART-LUCAS (Mme) et M. J. HOCH. — Stabilité comparée des stéréoisomères éthyléniques et synthèses par l'ultraviolet.......... 696

RAMART-LUCAS (Mme) et M. F. SALMON-LEGAGNEUR. — Stabilité dans les spectres d'absorption. Absorption dans l'ultraviolet des diacides de la série grasse.......... 915

RAMON (G.). — Sur la production d'une toxine diphtérique très active.... 718

RAMON (G.) et Robert DEBRÉ. — Essais d'immunisation de l'homme au moyen d'une anatoxine du Streptocoque scarlatineux....... 64

RAPIN (Gaston). — Essais de préparation électrolytique directe de quelques permanganates métalliques. 287

— Action de quelques bioxydes sur des solutions aqueuses, très diluées, de permanganate............... 699

RAPKINE (Louis). — Potentiel d'une électrode inerte dans une solution d'aldéhyde acétique............ 171

RASTOUL (A.). — Voir *Balteau (J.) A. Rastoul* et *M. Prevost.*

RATEAU (Auguste). — Rapport sur le concours du prix Plumey........ 1127

RATHERY (Francis). — Un prix Montyon de médecine et chirurgie lui est décerné.................... 1148

RAVIER (L.). — Sur une formule générale pour le calcul de la poussée des terres.......................... 974

RAYBAUD (Laurent). — Sur l'action des graines germées dans l'alimentation 1015

RAYMOND-HAMET. — Spartéine et hordénine 651

REBOUL (G.). — Sur un procédé d'activation de la matière............. 1256

RÉGNIER (Jean). — Mesures de l'activité du chlorhydrate de cocaïne sur différents troncs nerveux..... 264

— Action des succédanés de la cocaïne sur les troncs nerveux. Comparaison de leur activité sur les fibres sensitives à leur activité sur les fibres motrices................. 339

— Voir *Mercier (Fernand)* et *Jean Régnier.*

RÉGNIER (Jean) et Fernand MERCIER. — Pseudococaïne droite et cocaïne gauche : essais comparés de rachianesthésie chez le chien. 1321

RÉGNIER (P.). — Voir *Desgrez (A.)* et *P. Régnier.*

REICHERT (Mlle). — Voir *Terroine (Émile P.)* et Mlle *Thérèse Reichert.*

REISS (P.). — Voir *Magrou (J.)* Mme *M. Magrou.* et M. *P. Reiss.*

RÉMY (Mlle L.). — Sur l'étiologie et la thérapeutique de tumeurs végétales d'allure maligne........... 405

REMY-GENNETÉ (Paul). — Sur la dissociation de l'hydrure de calcium H^2 Ca.................... 579

REY (A.-Augustin), Justin PIDOUX et Charles BARDE. — La Science des plans de villes. Ses applications à la construction, à l'extension, à l'hygiène et à la beauté des villes. Orientation solaire des habitations (imp.).............. 226

RIABOUCHINSKY (D.). — Sur la détermination d'une surface d'après les données qu'elle porte......... 629

RICHARD (Adolphe). — Le prix Thorlet lui est décerné............. 1168

MM. Pages.
RICHARD (Jules). — Fait hommage d'un volume intitulé « Copépodes pélagiques particulièrement de surfaces, provenant des Campagnes scientifiques de S. A. S. le prince Albert Ier de Monaco » (fasc. 77), par *Maurice Rose*.............. 1222
RICHET (Charles). — Fait hommage aux Archives de la part de la marquise *G. Lannes de Montebello*, des lettres de André-Marie Ampère... 15
— Quelques statistiques sur les associés étrangers et les membres correspondants de l'Académie des sciences.......................... 69
— Rapport sur le concours du prix Fanny Emden.................. 1156
RICHET (Charles) et Michel FAGUET — Action de l'eau de mer à doses minuscules sur la fermentation... 219
RINCK (E.). — Densités du potassium et du sodium liquide............ 39
— *Errata* relatifs à cette communication.......................... 135
— Équilibre à l'état fondu entre le potassium, le sodium et leurs iodures. 1272
ROBIN (Joseph). — Recherches dans la série des rubrènes. Corps azotés obtenus à partir de l'éther chlorhydrique du diphénylphényléthinylcarbinol.................... 252
— Sur la formation de rubrène à partir de dérivés non chlorés........... 337
ROCHE (Jean) — Sur quelques propriétés physico-chimiques de la globine naturelle................ 378
— *Errata* relatifs à cette communication.......................... 788
ROLLET (A.-P.). — Précipitation de bioxyde de manganèse par électrolyse en courant alternatif........ 34
ROMANOVSKY (V.). — Sur les probabilités *a posteriori*............... 515
ROSE (Maurice). — Copépodes pélagiques particulièrement de surfaces, *in* fasc. 77 des Résultats des Campagnes scientifiques de S. A. S. le prince Albert Ier de Monaco. (imp.) 1222
ROSELLA (Et.). — Voir *Foëx (Et.)* et *Et. Rosella.*
ROSENBLATT (Alfred.). — Sur certains mouvements stationnaires plans des liquides visqueux incompressibles 450
ROSENHEAD (L.). — Sur les tourbillons alternés de Bénard-Karman dans un canal de largeur finie......................... 397
ROSENTHAL (D.). — Vérification de la résistance des soudures sans destruction de l'assemblage par une méthode extensométrique.... 633
ROSSINSKI (S.). — Voir *Buscheguennce (S.)* et *S. Rossinski.*
ROTHSTEIN (B.). — Voir *Palfray (L.)* et *B. Rothstein.*
ROUANET. — Voir *Carrière (E.)* et *Rouanet.*
ROULE (Louis) et Léon BERTIN. — Les poissons apodes appartenant au sous-ordre des Nemichthydiformes (imp.).................. 793
ROUSSEAU (Émile). — Déplacement de l'iode d'un iodure par une solution huileuse de cholestérol ou d'ergostérol irradiée par la lumière solaire 37
— Action oxydante de la lumière solaire sur une solution huileuse de zymostérol...................... 173
ROUSSEL (André). — Primitive généralisée d'une fonction............. 677
— Le prix Gustave Roux lui est décerné. 1168
— Adresse des remercîments.......... 1190
ROUSSEL (G.). — Voir *Brocq-Rousseu*, Mme *Z. Gruzewska* et M. *G. Roussel.*
ROUX (Albert) et Jean COURNOT. — Adresse un Rapport relatif à l'emploi qu'ils ont fait d'une subvention accordée sur la Fondation Henry Le Chatelier......... 122
ROUX (Emile). — Souhaite la bienvenue à M. *Jules Bordet*......... 381
— Rapport sur le concours du prix Montyon de médecine et chirurgie. 1147
— Id. du prix Bréant.............. 1151
ROUYER (E.). — Voir *Bourion (F.)* et *E. Rouyer.*
ROY (Maurice). — Sur les propulseurs à veine limitée et le propulseur, dit parfait, de Froude........... 357
ROY-PREMORANT (Edmond). — Une subvention Loutreuil lui est accordée 1172
— Adresse des remercîments......... 1190
ROYER (L.). — Nouvelles observa-

MM. Pages.
tions sur la dissymétrie des figures de corrosion obtenues par un liquide isotrope actif.................. 932
RUBIO (José V.). — Voir *Bary* (*Paul*) et *José V. Rubio.*
RÜCK (Mme). — Une partie des arrérages de la fondation Lannelongue lui est attribuée.................. 1168

S

SABATIER (Paul). — Membre de la Commission chargée de dresser une liste de candidats à la place de membre non résidant vacante par la mort de M. *Ch. Depéret*.... 819
SABETAY (Sébastien). — Sur la présence de la β-ionone dans un produit naturel.................. 808
SAIDMAN (Jean). — La radiothérapie de l'aérophagie................ 950
SAINTE-LAGUË (A.). — Voir *Magnan* (*A.*) et *A. Sainte-Laguë.*
SAINT-MAXEN (Albert). — Voir *Dubrisay* (René) et *Albert Saint-Maxen.*
SALET (Pierre). — Présenté en seconde ligne pour la place vacante dans la Section d'astronomie par la mort de M. *Pierre Puiseux*.......... 882
SALMON-LEGAGNEUR (F.). — Voir *Ramart-Lucas* (Mme) et M. *F. Salmon-Legagneur.*
SALOMON (Bernard). — Sur des analogies gyroscopiques de l'induction mutuelle et des fuites magnétiques 354
SANCHOLLE-HENRAUX (B.). — Le Marbre (imp.)................. 515
SANFOURCHE (A.). — L'oxydabilité du silicium en fonction de son état de division.................... 533
SAREJANNI (J.). — Voir *Labrousse* (*F.*) et *J. Sarejanni.*
SAUVAGEAU (Camille). — Fait hommage d'un Mémoire « Sur le développement de quelques Phéosporées »..................... 609
— Présenté en seconde ligne pour la place vacante parmi les membres non résidants par la mort de M. *Depéret* 952
— Obtient des suffrages............ 963
SCHLIVITCH (S.). — Voir *Grumbach* (*A.*) et *S. Schlivitch.*
SCHNIRELMANN (L.). — Voir *Lusternik* (*L.*) et *L. Schnirelmann.*
SCHNOUTKA. — Voir *Travers* (*A.*) et *Schnoutka.*
SCHOKALSKY (Jules). — Niveaux moyens comparés de la mer Blanche, de la Baltique, de la mer Noire et de l'océan Pacifique..... 24
SCHWÉGLER (Mlle R.). — Voir *Dufay* (*J.*) et Mlle *R. Schwégler.*
SÉAILLES. — Nouveau procédé de fabrication de l'alumine par voie humide....................... 1276
SELBIE (F. R.). — Voir *Levaditi* (*C.*) et *F. R. Selbie.*
SENSAUD DE LAVAUD (Dimitri). — Possibilités nouvelles de vol avec un moteur stoppé sur avions bimoteurs 144
— La sécurité en l'avion multimoteur (imp.) 433
— Les variations de sensibilité des freins autoserreurs sur véhicule automobile 1059
SIBI (Mlle Marie). — Voir *Thomas* (*Pierre*) et Mlle *Marie Sibi.*
SIERPINSKI (W.). — Voir *Lusin* (*N.*) et *W. Sierpinski.*
SILBERSTEIN (L.). — Voir *Bertrand* (*Gabriel*) et *L. Silberstein.*
SIMONIN (Camille). — Un prix Montyon de médecine et chirurgie lui est décerné.................... 1148
SKOBELZYN (D.). — Voir *Auger* (*Pierre*) et *D. Skobelzyn.*
SLUTSKY (Eugène). — Quelques propositions sur les limites stochastiques éventuelles............. 384
— Sur l'erreur quadratique moyenne du coefficient de corrélation dans le cas des suites des épreuves non indépendantes.................. 612
— Sur l'extension de la théorie de périodogrammes aux suites de quantités dépendantes............... 722

MM. Pages.

SOCIÉTÉ ASTRONOMIQUE DE POLOGNE. — Adresse des compliments de condoléances à l'occasion de la mort de M. *H. Andoyer*.. 16

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE. — Une subvention Loutreuil est accordée à sa bibliothèque........................ 1173

— Adresse des remercîments.......... 1190

SÖDERBAUM (H. G.). — Voir *Berzelius (Jac.)*.

SOMMELET (MARCEL). — Un prix Jecker lui est décerné........... 1131

— Adresse des remercîments......... 1190

SPARRE (MAGNUS DE). — Sur la nécessité de tenir compte du retrait du béton à la prise dans le calcul des ouvrages en béton armé......................... 791

— Présenté en seconde ligne pour la place vacante parmi les membres non résidants par la mort de *M. Depéret*..................... 952

— Obtient des suffrages............. 963

SRIVASTAVA (P.-L.). — Sur les singularités d'une classe de série de Dirichlet..................... 231

— *Errata* relatifs à cette communication........................... 547

STÖRMER (CARL). — Sur les échos retardés...................... 365

— *Errata* relatifs à cette communication........................... 653

STROHL (ANDRÉ). — Le prix Montyon de physiologie lui est décerné..... 1154

— Adresse des remercîments......... 1190

SUSTER (PETRU M.). — Contribution à l'étude des Tachinaires en Roumanie (imp.)................... 226

SWINGS (P.). — Sur les séries de résonance de la vapeur de soufre..... 982

T

TAKEUCHI. — Force moyenne exercée par la vibration stationnaire d'une corde sur un anneau dans lequel la corde passe.................... 459

— Sur les machines qui fonctionnent entre deux sources radiantes..... 1067

TALON (AUGUSTIN). — Voir *Hirschauer (Louis)* et *Augustin Talon.*

TANAKADATE. — Assiste à une séance........................ 313

TANRET (G.). — Voir *Pénau (H.)* et *G. Tanret.*

TAWIL (EDGAR-PIERRE). — Sur les vibrations suivant l'axe optique dans un quartz piézo-électrique oscillant....................... 163

TCHAKIRIAN (ARAKEL). — Acétate et sulfate basiques de gallium et oxalate de gallium............. 251

— Voir *Bardet (Jacques)* et *Arakel Tchakirian.*

TEISSIÉ SOLIER. — Voir *Escande (L.)* et *Teissié Solier.*

TERMIER (HENRI). — Sur le Dévonien du Tafilalet.................... 258

TERMIER (PIERRE). — Est élu Vice-président pour l'année 1930...... 957

TERROINE (ÉMILE-F.). — De la préparation de laits artificiels pour l'élevage du bétail................. 866

TERROINE (ÉMILE-P.) et Mlle THÉRÈSE REICHERT. — Action des substances minérales sur le métabolisme azoté endogène......... 1019

THÉODORESCO (NICOLAS). — Sur une formule généralisant l'intégrale de Cauchy et sur les équations de l'élasticité plane...... 565

— Sur l'application d'une formule généralisant l'intégrale de Cauchy à une question d'hydrodynamique. 969

THIBAUD (JEAN) et JEAN-J. TRILLAT. — Effets de filtration de la radiation générale sur les diagrammes de rayons X des liquides. Détermination de coefficients d'absorption.......................... 907

— Diffraction des rayons X dans diverses substances, principalement dans les liquides........... 751

THOMAS (ANDRÉ). — Sur le phénomène de modification de l'atteinte toxique des *Convoluta* en fonction de leur groupement............. 948

THOMAS (PIERRE) et Mlle MARIE SIBI. — Contribution à l'étude de la structure des gelées. Étude des gelées obtenues avec les sels de quinine,

MM. Pages.

d'optoquine et d'eucupine....... 292
THOMASSET (J.-J.). — Les calcosphérites des tissus fossiles........... 1296
THORAL (MARCEL). — Découvertes paléontologiques dans le Cambrien et le Silurien des monts de Lacaune au nord de la Montagne Noire.... 938
THOULET (J.). — Sources minérales sous-marines 861
— Cônes de tourbillonnement liquides océaniques isothermes........... 940
TIAN (A.). — Chaleur de solidification et chaleur de dissolution du saccharose 164
TIFFENEAU (MARC). — Présenté en troisième ligne pour la place vacante dans la Section de chimie par la mort de M. *Moureu*....... 1041
TITEICA (R.). — Voir *Duclaux* (*J.*) et *R. Titeica.*
TOPSENT (ÉMILE). — Le prix Cuvier lui est décerné................. 1145
TRAVERS (ANDRÉ). — Le prix Houzeau lui est décerné................. 1136
— La médaille Berthelot lui est décernée.................................. 1159
— Adresse des remercîments.......... 1190
TRAVERS (A.) et SCHNOUTKA. — Sur l'existence de l'aluminate monocalcique en solution........ 182
TRILLAT (JEAN). — Voir *Dubrisay* (*René*), *Jean Trillat* et *Astier.*
TRILLAT (JEAN-JACQUES). — Le prix Hughes lui est décerné........... 1129
— Voir *Thibaud* (*Jean*) et *Jean-J. Trillat.*
TRUFFAUT (GEORGES) et I. PASTAC. — La chémothérapie des maladies des plantes par des colorants organiques 1013
TSORTSIS (A.). — Sur une méthode d'intégration des équations de Monge 561
TURPAIN (ALBERT) et MICHEL DUREPAIRE. — Charges électriques développées dans certains diélectriques amorphes sous l'action de la pression..................... 739
TUZET (Mlle O.). — Voir *Grassé* (*P.*) et Mlle *O. Tuzet.*

U

URBAIN (GEORGES). — Membre du Conseil d'administration de la *Fondation Edmond de Rothschild* en remplacement de M. *Ch. Moureu*, décédé.................... 721
— Obtient des suffrages au scrutin pour l'élection d'un membre du *Conseil national de l'Office national des recherches scientifiques et industrielles et des inventions*...... 820
UZAC (JOSEPH). — Le prix Larrey lui est décerné..................... 1154
— Adresse des remercîments.......... 1190

V

VAILLANT (P.). — Sur le spectre d'absorption de Co Cl^2 et ses variations 747
VALCOVICI (VICTOR). — Généralisation du théorème des moments des quantités de mouvement........ 563
— Généralisation du théorème de l'énergie.......................... 679
— *Errata* relatifs à ces communications. 952
VALIRON (GEORGES). — Sur les fonctions algébroïdes méromorphes du second degré................ 623
— *Errata* relatifs à cette communication.............................. 952
— Sur les fonctions algébroïdes méromorphes 729
— Sur quelques propriétés des fonctions algébroïdes............... 824
VALLÉE (H.) — Pose sa candidature à la place vacante dans la Section d'économie rurale par la mort de M. *L. Lindet*...................... 477
VALOUCH (M. A.). — Sur la réflexion et l'absorption des rayons X de grande longueur d'onde.......... 283
VANIER DE SAINT-AUNAY (RENÉ).

MM. Pages.
— Voir *Mignonac* (*Georges*) et *René Vanier de Saint-Aunay*.
VAUTIER (Th.). — Dissipation de l'énergie transportée par une onde aérienne.... 1253
VAYSSIÈRE (P.). — Les Acridiens migrateurs en Afrique française au cours de l'année 1929......... 1021
VELLARD (J.). — Une subvention Loutreuil lui est accordée........ 1173
VELLARD (J.) et VIANNA (Miguelotte). — Modifications de la coagulation sanguine au cours de la fièvre jaune expérimentale chez le *Macacus rhesus*............... 430
VELLUZ (Léon). — Un prix Pourat lui est décerné.................. 1155
— Action des savons sur la toxicité de certains alcaloïdes (cryptoalcaloïdes) 1325
VENCOV (Stéfan). — Sur les potentiels critiques et les arcs à faible tension dans l'hydrogène.............. 27
— L'excitation des spectres de l'hydrogène par choc électronique....... 279
— Sur les spectres de l'hydrogène obtenus par choc électronique dans un mélange hydrogène-vapeur de mercure 1073
VENING MEINESZ (F. A.). — Theory and practice of Pendulum. Observations at sea (imp.) 554
VERONNET (Alexandre). — Le prix Lalande lui est décerné.......... 1122
— Adresse des remerciments......... 1190
— Présenté en seconde ligne pour la place de directeur vacante à l'*Observatoire de Besançon*........... 1223
— Théorie de la formation des gros ions et gouttelettes................. 1249
VERRIER (Mlle Marie-Louise). — Le prix Lallemand lui est décerné... 1161
VERRIER (Mlle M.-L.) et M. A. PANU. — Sur le pigment et les variations chromatiques de quelques Reptiles du groupe des *Agamidæ*......... 205
VIALLETON. — L'origine des êtres vivants. L'illusion transformiste (imp.) 554
VIANNA (Miguelotte). — Voir *Vellard* (*J.*) et *Miguelotte Vianna*.
VIEILLE (Paul). — Rapport sur le concours du prix de la marine.... 1126
VIENNOT (P.). — Voir *Böckl* (*H. de*) et *P. Viennot*.
VIGNON (P.). — Sur la morphologie et l'évolution de l'aile postérieure chez les Coléoptères............. 199
— Sur l'aile des Hyménoptères........ 499
VILLACHON (A.) et G. CHAUDRON. — Sur la teneur en hydrogène et en oxyde de carbone de quelques métaux fondus dans le vide...... 324
VILLARD (Paul). — Sur les associations de nuages................ 9
VILLAT (Henri). — Observations sur une note de M. *L. Rosenhead*.... 397
— Fait hommage d'un ouvrage intitulé « Leçons sur l'Hydrodynamique ».................... 666
— Fait hommage de son nouveau livre : « Leçons sur la théorie des tourbillons »....................... 1221
VINCENT (Hyacinthe). — Sur les effets pathogènes exercés chez l'homme et chez l'animal, par l'exotoxine neurotrope du *Bacillus coli*.......................... 381
— Rapport sur le concours du prix Montyon de médecine et chirurgie.... 1147
— Id. du prix Bellion................ 1153
— Id. du prix Larrey................ 1154
— Id. du prix Pourat................ 1155
VINCIENNE (H.). — Précisions nouvelles sur la structure de la partie méridionale du Vuache.......... 190
VISME (Maurice de). — Voir *Henri* (*Yves*) et *Maurice de Visme*.
VLÈS (F.), A. de COULON, J. NICOD. — Expériences sur l'action d'aminoacides vis-à-vis des tumeurs de goudron chez la Souris.......... 1205
VOLKRINGER (H.). — Spectres de bandes de la vapeur de zinc...... 1264
VOLTA (Alessandro). — Le opere di Alessandro Volta (imp.)........ 964
VORONCA-SPIRT (Mme). — Voir *Bertrand* (*Gabriel*) et Mme *Voronca-Spirt*.
VRANCEANU (G.). — Sur les espaces de Riemann ayant leurs coefficients de rotation constants...... 386
VUILLEMIN (Paul). — Mycoses de l'épiderme..................... 405
— Les animaux infectieux (imp.)...... 476

W

MM. Pages.

WAGNER (N.). — Évolution du chondriome dans les graines de *Phaseolus multiflorus* 1098
— Le chondriome de l'embryon chez *Cucurbita Pepo* dans la graine sèche et pendant la germination.. 1302
WAGUET (P.). — Voir *Dourgnon (J.)* et *P. Waguet.*
WAHL (André). — Pose sa candidature à la place vacante dans la Section de chimie par la mort de M. *Ch. Moureu*....................... 722
— Est présenté en troisième ligne.... 1041
WEISS (Pierre) et R. FORRER. — Sur l'aimantation à saturation des ferrocobalts et les moments atomiques du fer et du cobalt....... 663
WEISS (Pierre), R. FORRER et F. BIRCH. — Sur l'aimantation à saturation des nickel-cobalts et les moments atomiques du nickel et du cobalt 789

MM. Pages.

WEIZMANN et L. HASKELBERG. — Recherches sur la préparation d'éthers glycériniques des aminoacides gras.................... 104
WILLIAMS (Adolfo T.). — Les termes spectraux et la valence chimique.. 1075
WINTREBERT (Paul). — Les changements d'équilibre de l'œuf et la position du blastopore au cours du développement chez *Discoglossus pictus* Otth............. 1198
— Voir *Painlevé (Jean), Paul Wintrebert* et *Yung Ko-Ching.*
WISNIEWSKI (P.). — Adresse une note intitulée : « De l'influence des conditions externes sur la germination des turions du *Stratiotes aloides* L. »..................... 951
WOOG (Paul). — De l'extension des lubrifiants sur les surfaces solides. Influences moléculaires. Rôle de la photolyse..................... 977

Y

YANG KIEH. — Sur le massif de pegmatite écrasée situé au bord sud de la feuille géologique d'Aigurande au $\frac{1}{80\,000}$ 936
YUNG-KO-CHING. — Voir *Painlevé (Jean), Paul Wintrebert* et *Yung-Ko-Ching.*

Z

ZENGHELIS (Constantin). — Assiste à une séance.................... 473
ZMACZYNSKI (A.) et A. BONHOURE. — Sur la température d'ébullition de l'eau en fonction de la pression. 1069
ZOLOTAREVSKI (B. N.). — Sur le comportement de *Locusta migratoria* L. subsp. *migratorioides* Rch. et Frm. phasis *transiens*......... 131

GAUTHIER-VILLARS ET Cie, IMPRIMEURS-LIBRAIRES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
88448-30 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.